

# **El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión: vidrio y cerámicas vidriadas**

*(The social and political role of pyrotechnology in the  
Iberian Middle Ages and transmission of technology:  
glass and glazed ceramics)*

**Vol. 1**

**Tesis doctoral presentada por:  
David J. Govantes-Edwards**

**Bajo la dirección de Prof. Dr. Ricardo Córdoba de la Llave  
(Universidad de Córdoba)  
Programa en Patrimonio**

**Facultad de Filosofía y Letras  
Departamento de Historia  
Facultad de Filosofía y Letras  
Universidad de Córdoba**

Fecha depósito: 30 de noviembre de 2020

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	1/807



TITULO: *El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media  
Hispana y fórmulas de transmisión: vidrio y cerámicas vidriadas*

AUTOR: *David Govantes Edwards*

---

© Edita: UCOPress. 2021  
Campus de Rabanales  
Ctra. Nacional IV, Km. 396 A  
14071 Córdoba

<https://www.uco.es/ucopress/index.php/es/>  
[ucopress@uco.es](mailto:ucopress@uco.es)

---



## TÍTULO DE LA TESIS:

El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión: vidrio y cerámicas vidriadas

**DOCTORANDO:** David Govantes Edwards

## INFORME RAZONADO DEL DIRECTOR DE LA TESIS

(se hará mención a la evolución y desarrollo de la tesis, así como a trabajos y publicaciones derivados de la misma).

La Tesis Doctoral de David Govantes Edwards fue planteada como parte del desarrollo del proyecto de investigación HAR2015-67619P del Plan Nacional de I+D. Se trataba de investigar el ámbito concreto de la tecnología medieval relacionado con la elaboración del vidrio, trabajando en dos líneas complementarias: la búsqueda de nueva información en archivos y textos de época medieval, en particular colecciones de recetas, y los análisis químicos de vidrios medievales, que han sido llevados a cabo en el laboratorio de arqueología de la Universidad de Newcastle durante su tiempo de estancia allí. Fruto de los últimos años de trabajo han sido las siguientes publicaciones y actividades científicas:

### A) Publicaciones en revistas científicas y obras colectivas:

- I. **Govantes-Edwards, D.**, J. López Rider and C. Duckworth. 2020. "Glassmaking in medieval technical literature in the Iberian Peninsula". *Journal of Iberian Medieval Studies* 12: 267-91.
- II. **Govantes-Edwards, D.**, C. Duckworth, A. Gómez and L. Olmo. 2020. "Smoke signals: the social dimension of glass production in Visigothic Iberia". In A. K. Hodgkinson and C. Lelek Tvetmarken (eds) *Approaches to the Analysis of Production Activity in Archaeological Sites*. Oxford. Archaeopress: 50-64.
- III. **D. Govantes-Edwards** and C.N. Duckworth. 2019. "Horno de vidrio/Glass Furnace". In J. M. Noguera (ed) *Sanuario de Isis y Serapis (Insula II)/Molinete.Cartagena. Barrio del Foro Romano. Proyecto integral de recuperación y conservación. Sanctuary of Isis and Serapis (Insula II). Roman Forum District*. Cartagena. Ayuntamiento de Cartagena: 122.

### B) Comunicaciones científicas en Congresos Internacionales:

- I. **D. Govantes-Edwards**. "The Historian, the Cook and the Microscope: Glass production in medieval Iberia". [Invited Lecture]. *54<sup>th</sup> International Congress on Medieval Studies*. Western Michigan University. Kalamazoo (Michigan), 9-11 May 2019.
- II. **D. Govantes-Edwards**. "Partial archaeologies: the Palatial Cities of Madinat al-Zahra and the Alhambra". [Invited lecture] *24<sup>th</sup> Annual meeting of the European Association of Archaeologists (EAA)*, Barcelona 2018, 5 – 8 September 2018

Código Seguro de Verificación	UCUHS565ITUKZFT7363WEMFCU	Fecha y Hora	25/09/2020 12:17:56
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmado por	RICARDO CORDOBA DE LA LLAVE		
Url de verificación	<a href="https://sede.uco.es/verifirma/">https://sede.uco.es/verifirma/</a>	Página	1/2



Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	2/807



- III. **Govantes-Edwards. D.**, L. Olmo, A. Gómez & C. Duckworth. "Smoke Signals: technology and power in Visigothic Spain". *TOPOI Excellence Network, International Workshop Approaches in the Analysis of Production at Archaeological Sites*. Berlin. 20-21 January 2018

David Govantes ha elaborado una tesis que destaca por su aplicación de la teoría simétrica a la evidencia, en lo que se refiere a las fuentes escritas y técnicas y, desde el punto de vista estrictamente referido al vidrio, el intento se superar narrativas, cuestionando numerosas hipótesis comúnmente admitidas, como el papel social del vidrio en época visigoda y el del reino suevo en los circuitos comerciales atlánticos de la antigüedad tardía; la asociación directa de la aparición de vidrios producidos con fundentes vegetales con el Próximo Oriente y los procedimientos de adopción de esta tecnología en el Mediterráneo oriental (además del uso de fundentes alternativos); el papel de la literatura técnica (y alquímica) en el día a día de los artesanos; y el carácter capilar de la producción y consumo de vidrio en la plena y la baja edad media.

Por todo ello, se autoriza la presentación de la tesis doctoral.

Córdoba, 24 de septiembre de 2020

Firma del director

Fdo.: Ricardo Córdoba de la Llave

Código Seguro de Verificación	UCUHNS565ITUKZFT7363WEMFCU	Fecha y Hora	25/09/2020 12:17:56
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmado por	RICARDO CORDOBA DE LA LLAVE		
Url de verificación	<a href="https://sede.uco.es/verifirma/">https://sede.uco.es/verifirma/</a>	Página	2/2



Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	3/807





### Agradecimientos.

Escribir un apartado de agradecimientos para una tesis doctoral de esta naturaleza es, cuando menos, un ejercicio de riesgo, porque la cantidad de personas e instituciones que merecen aparecer en ella es tal que las probabilidades de dejar a alguien atrás son muy altas. Espero que no sea así, y ser capaz de expresar mi agradecimiento a todos aquellos que, de una u otra forma, han contribuido a su elaboración.

Creo justo comenzar con mi director, Ricardo Córdoba de la Llave, no sólo por la ayuda que me ha prestado, con la elaboración de la tesis y desde hace más de una década en todos los planes de investigación que he venido desarrollando en el contexto del *The al-Andalus Glass Project* (Newcastle University, Reino Unido), sino por demostrar de forma repetida una fe absoluta en mi trabajo desde el principio, y que espero sinceramente no haber defraudado. Un agradecimiento adjunto, pero no menor, debe ir para Javier López Rider, cuya disposición y recursos, aparentemente infinitos, me han auxiliado enormemente durante estos años. Es un placer haber trabajado y seguir trabajando contigo *tovarich*.

En una línea más institucional, el *The al-Andalus Glass Project* ha supuesto muchos años de correos electrónicos, kilómetros, noches de hotel y más kilómetros, pero todo este esfuerzo personal habría resultado completamente en balde si no fuese por la disposición mostrada por una constelación enorme de personas e instituciones que, desde el primer momento, han ido más allá de lo que su deber les exigía, para proporcionarnos muestras arqueológicamente fiables y condiciones inmejorables para poder extraerlas, muy a menudo robándole tiempo a sus propias familias para atendernos. Esto incluye a Rafael Jiménez-Camino, arqueólogo municipal de Algeciras y al Museo Municipal de Algeciras; Jesús Bermúdez Pareja, arqueólogo del Servicio de Investigación y Difusión del Patronato de la Alhambra y el Generalife, así como al propio Patronato en la persona de Reynaldo Fernández Manzano, director del mismo durante nuestra prospección y excavación del Secano; Patrice Cressier (Casa de Velázquez) y Manuel Ramos Lizama (Museo de Almería); José Miguel Noguera Celdrán y Victoria García Aboal, del proyecto de intervención arqueológica en el Cerro del Molinete, Cartagena (Murcia) y Luis de Miguel Santed (Museo Arqueológico de la

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	4/807



Región de Murcia); Ricardo Lineros (Museo de Carmona); Francisco Murillo y David Palomino (Gerencia de Urbanismo del Ayuntamiento de Córdoba), María Jesús Moreno Garrido (Museo Arqueológico de Córdoba) y Camino Fuertes Santos (Conjunto Arqueológico de Cercadilla, Córdoba); Raffaella Carta (directora de la excavación en c/Real de la Alhambra, Granada); Antonio Crespo Kayser (director de la excavación en c/Fernando IV, esquina con c/Hornos Caños de Jaén) y María Luisa Paulano Valle (Museo de Jaén); Antonio Barrionuevo y Rosalía González (Museo Arqueológico de Jerez de la Frontera); Carmen Peral Bejarano (Gerencia de Urbanismo del Ayuntamiento de Málaga) Ildefonso Navarro Luengo (arqueólogo municipal de Estepona, Málaga) y Ana Arancibia (directora de la excavación arqueológica en c-Albert Camus, Málaga); José Escudero y Alberto Montejo Córdoba, directores del Conjunto Arqueológico de Madinat al-Zahra, y Jesús Muñoz, técnico del mismo; Pedro Jiménez Castillo (director de las intervenciones arqueológicas en el Casón de Puxmarina y c/Pascual, Murcia); Concha San Martín (Museo Arqueológico de Sevilla) e Inmaculada Carrasco (directora de la intervención arqueológica en el Patio de San Laureano, Sevilla); y Antonio Fernández Ugalde (Museo Municipal de Écija, Sevilla).

I must also say thank you to everyone involved in the Rakow Research Grant that the Corning Museum of Glass (Corning, New York) awarded me in 2018, including the museum director Karol Wight, Kate Larson, curator of the ancient glass collection, Elizabeth Hylen and the truly, truly wonderful staff at the Rakow Research Library. I must make special mention of the fabulous Bill Gudenrath, one of the most inspirational people I have ever had the fortune to come across. Talent does not always go with bonhomie and generosity, but when it comes to Bill, it is very difficult to say which one of these features stands out the most.

I would also like to say thank you to David Hill and Mark Taylor (The Glassmakers) (<http://www.theglassmakers.co.uk/>), ever ready to answer any question that you might pose to them, not only precisely and accurately, but generally adding a wealth of additional information that you did not even think to ask about.

Finally, I must end by acknowledging my greatest debt. Over the last ten years, Chloe Duckworth has not only been my greatest support in more ways than one, but also the source of a seemingly endless stream of ideas about glass, technology, and archaeology in general. She was not only the person who taught me to love glass, but

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	5/807




also a formidably patient teacher who took me step by step into the arcana of chemical analysis. This is often said, but I do not think it has ever been said with more truth: none of my research, none of my successes, such as they are, would have been possible without you. Many (really, many) of the ideas expressed in this thesis came out of her incredibly fertile brain, and nobody should dare to wish a better research partner. That would be tempting fate. Things have changed now between us, but I am ecstatic to be your friend: let us never stop feeding the little goblins inside each other's head.

Nothing is wasted (even that, is yours).


Thank you.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	6/807



Registro Electrónico de la Universidad de Córdoba
ENTRADA
04/12/2020 09:45
2020081068

*To B and C, beacons of light*

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03	
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica			
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS			
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	7/807	

**Resumen:** La presente tesis doctoral tiene como objeto el examen de la producción de vidrio en la Península Ibérica entre la Antigüedad Tardía y el siglo XV. Este examen incluye el examen de las fuentes literarias y arqueológicas además de contar con el examen inédito de varios cientos de muestras de vidrio de fechas que oscilan, sobre todo, entre los siglos V y XVI, analizadas por medio de Electro Microprobe Analysis (EMPA) y Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Glass Spectrometry. El objetivo fundamental de este examen es tratar de dilucidar las líneas de transmisión del conocimiento técnico relacionado con la producción de vidrio, y el impacto de las transformaciones tecnológicas experimentadas por estos procesos en la Península Ibérica durante la Edad Media. Esta aproximación, además, aspira a romper con tradicionales inercias investigativas comunes en el estudio de la tecnología y derivar las correspondientes implicaciones teóricas de los resultados obtenidos. Estas distintas vías de examen y los resultados y conclusiones serán puestos en relación con el contexto Mediterráneo y peninsular, para tratar de ubicar la posición de la Península Ibérica, y su particular configuración geopolítica (las peculiaridades historiográficas de la investigación hasta la fecha también serán incorporadas al análisis), en un rango de procesos tecnológicos y técnicos más amplios.

**Abstract:** This doctoral thesis aims to examine glass production in the Iberian Peninsula between Late Antiquity and the 15<sup>th</sup> century. This will include the examination of literary and archaeological sources as well as the interpretation of the unpublished analysis of several hundreds of glass samples mostly dated to between the 5<sup>th</sup> and 16<sup>th</sup> centuries by means of Electro Microprobe Analysis (EMPA) and Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Glass Spectrometry. The main target of this study is to reveal the lines of transmission of technical knowledge related to glassmaking and the impact of the technological transformations undergone by these processes in the Iberian Peninsula during the Middle Ages. I shall also aim to break with traditional research inertias related to the analysis of past technologies and explore the associated theoretical implications. These various avenues of research will be set against the backdrop of the wider Mediterranean and Iberian contexts, in order to place the Iberian Peninsula and its peculiar geopolitical configuration (including its unique historiographical implications) in a broader setting of technological change.


Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	8/807



Registro Electrónico de la Universidad de Córdoba
ENTRADA
04/12/2020 09:45
2020081068

**Nota:** Aunque esto rompe los estándares científicos al uso, e incluso alguno de los argumentos expuestos en esta tesis, la misma no incluye los resultados en bruto de los análisis composicionales de vidrio realizados en el contexto del *The al-Andalus Glass Project*. La razón de ello es que dichos análisis fueron realizados en gran medida con financiación derivada del proyecto *Addressing the invisible: recycling, glass and technological practice in the 1st millenium AD*, financiado por la British Academy, y deben ser publicados en ese contexto. Los resultados están en proceso de publicación.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	9/807



ÍNDICE GENERAL. Volumen 1.

<b>Agradecimientos</b>	i
<b>Dedicatoria</b>	li
<b>Resumen/Abstract</b>	iv
<b>Nota</b>	V
<b>Índice general</b>	Vi
<b>Capítulo 1. Introduction</b>	1
<i>Scope and limits</i>	2
<i>Targets</i>	4
<i>Theoretical framework</i>	4
<i>A (very) brief early history of glass</i>	20
<i>Methodology</i>	24
<b>Capítulo 2. La producción de vidrio en la Península Ibérica en época tardorromana y visigoda/sueva</b>	35
<i>Historiografía</i>	35
<i>Evidencias históricas de producción de vidrio entre los siglos I y VII</i>	42
<i>La evidencia arqueológica de producción de vidrio en la Península Ibérica entre los siglos IV y VII</i>	51
<i>Evidencias composicionales</i>	58
Resultados: Cartagena	69
Resultados: Algeciras	73
Resultados: Málaga	75
<i>La producción de vidrio en la Península Ibérica entre los siglos IV y VI</i>	80
<i>La organización del abasto de vidrio</i>	91
<i>Conclusiones</i>	98
<b>Capítulo 3. El cambio tecnológico de la Alta Edad Media</b>	100
<i>Introducción</i>	100
<i>El cambio tecnológico en la Península Ibérica: resultados analíticos</i>	108
Resultados: Algeciras	108
Resultados: Saqunda	114
<i>La transición tecnológica en el marco mediterráneo</i>	128
<i>Conclusiones</i>	134
<b>Capítulo 4. Evidencias arqueológicas de producción. Siglos IV-XV</b>	139
<i>Introducción</i>	139
<i>Los condicionantes del campo de estudio</i>	140
<i>Talleres de producción de manufactura de vidrio en el Mediterráneo</i>	148
<i>Talleres de producción/manufactura del vidrio en la Península Ibérica.</i>	158
<i>Evidencias arqueológicas directas</i>	
Polígono Poniente (Córdoba)	158
Pechina (Almería)	159
Avenida del Corregidor (Córdoba)	160
c/Matahacas (Sevilla)	161
Parcela UE.14, Perchel norte (Málaga)	161
Puxmarina (Murcia)	162
Belluga (Murcia)	166
c/Sagasta (Murcia)	167
c/Fernando IV, esquina c/Hornos Caño (Jaén)	168
c/Cerrojo 32. Málaga	169
Can Burgos (Mallorca)	170

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	10/807



San Fost de Campsentelles (Barcelona)	171
Otras evidencias de producción de vidrio	171
<i>Madīnat al-Zahrā y la Alhambra de Granada</i>	173
Madīnat al-Zahrā ("The Madinat al-Zahra Survey Project")	174
La Alhambra (Proyecto "Los talleres reales de la Alhambra")	188
<i>Conclusiones</i>	210
<b>Capítulo 5. Fuentes escritas. Siglos IX-XV</b>	228
<i>Introducción</i>	228
<i>Fuentes literarias</i>	229
<i>Fuentes técnicas</i>	233
<i>Fuentes de archivo</i>	266
<i>Conclusiones</i>	309
<b>Capítulo 6. Fuentes composicionales. Siglos X-XV</b>	313
<i>Introducción</i>	313
<i>Panorámica general</i>	314
<i>Madīnat al-Zahrā. Siglos X-XI</i>	321
<i>Málaga. Siglos X-XIII</i>	337
<i>Murcia. Siglos IX-XX</i>	344
<i>Jaén. Siglo XIII</i>	349
<i>Málaga. Siglos XIII-XIV</i>	352
<i>Murcia. Siglos XIV-XV</i>	357
<i>Almería</i>	359
<i>Alhambra y Granada</i>	366
<i>Jerez</i>	376
<i>Sevilla</i>	380
<i>Málaga. Siglo XVI</i>	384
<i>Carmona</i>	387
<i>Conclusiones. Los fundentes</i>	388
<i>Conclusiones. Sílice</i>	391
<i>Conclusiones. Colorantes y decolorantes</i>	393
<i>Conclusiones. Reciclaje</i>	395
<b>Capítulo 7. Conclusiones</b>	399
<b>Apéndices</b>	409
<i>Apéndice 1</i>	410
<i>Apéndice 2</i>	469
<i>Apéndice 3</i>	471
<b>Referencias</b>	500
<i>Bibliografía</i>	501
<i>Documentos de archivo</i>	577
<i>Fuentes escritas</i>	589
<b>Créditos de las ilustraciones</b>	592



## Chapter 1.

### Introduction.

Glass production in the Iberian Peninsula in the Middle Ages has received, in general, little attention to date. Like with other archaeological materials, some work has been done concerning the typology of glass objects or the architectural remains of furnaces and other production features, but no systematic attempt has been made to put all this material together, following the model posed by Danielle Foy for Mediterranean France<sup>1</sup>. The evidence available, as I hope to show, is plentiful, so the time is ripe for a general appraisal.

This introduction aims to set the scope, limits, theoretical background and methodology followed in this thesis, as well as the general framework of the topic.

I am aware that the issue is extraordinarily broad, and some strands will not be gone into in depth, but I hope to, at least, provide sufficient evidence to add plausibility to the links that I shall draw between different elements, as my purpose is to approach the subject matter as holistically as possible. I expect that at least some of my ideas and conclusions will be disproven by further research, once the full detail of the different issues at hand is explored, but I hope that these instances will not cause fatal flaws to appear in the general picture, which is where I shall be setting my main focus.

The work will be divided into seven chapters, including this introduction. Chapter 2 will make a general overview of glass production in Hispania between the 4<sup>th</sup> and 8<sup>th</sup> centuries, inclusive. Chapter 3 will deal with the available evidence for the crucial technological transformation brought about by the changeover between the use of mineral-based and plant-based glass fluxes in the Iberian Peninsula. Chapter 4 will review the available archaeological evidence from a classic perspective, that is, coming from excavation and survey. Chapter 5 will examine the written evidence. Chapter 6 will be largely archaeometric, and will present the results and conclusions of

---

<sup>1</sup> Foy, D. 2001. *Le verre medieval et son artisanat en France méditerranéenne*. Paris: CNRS.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	12/807



the chemical analysis of several hundred glass samples collected from archaeological contexts. Chapter 7 will present the conclusions.

My general aim is not only to analyse what evidence there is for glass production in the Iberian Peninsula between the 4<sup>th</sup> and 15<sup>th</sup> centuries, but to try to examine what inferences can be made in terms of the transmission of technical knowledge, based on this evidence. Inevitably, sometimes wide *excursi* will have to be made. As the theoretical section in this introduction will make explicit, I understand technology in general and glass technology in particular as a social act with wide ramifications. The strictly technical aspects will be scrutinised, but not from a narrow perspective, as the ultimate purpose of the exercise is to develop a social map of glassmaking in Iberia during the Middle Ages.

### *Scope and limits*

As noted, this thesis will examine glass production and technology in the Iberian Peninsula between the 4<sup>th</sup> and 15<sup>th</sup> centuries, although some inevitable references will be made to slightly earlier and later archaeological materials and texts. I shall examine different strands of evidence, including archaeological remains, written texts (literary works, technical literature and archival documents), and archaeometric data (chemical composition of glass). It is my firm belief that such a complex issue as glass making in a social context cannot be understood with only partial evidence, and for this reason I have made an effort to try to incorporate pieces of evidence with which I was, in principle, less familiar. This has proven, as I hope will show, a very fruitful approach, as different forms of evidence have fed on one another in more ways than I thought they would at first.

The work, however, has several significant limitations. First, concerning the archaeological and archaeometric evidence, the material presented chiefly corresponds to the south of the Iberian Peninsula. With regard to the archaeology, this has mostly to do with the structure of archaeological research in Spain. While production areas in the south have been much better published, with the aid of yearly compendia of rescue archaeology projects published by the Andalusian and Murcian

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	13/807



regional governments (although, unfortunately, the effects of the financial crisis undergone by Spain from 2008 onwards, have meant that these compendia are not as up to date as it would be desirable), for other regions excavations reports are scattered across a large number of archaeological services and municipal archives<sup>2</sup>. These are not only hard to access at times, but the task of keeping up with what is being done across the country is simply impossible. At any rate, this is not a fatal problem as far as the objective of the work is concerned, for to a very large extent the type of material that I am examining is related to Mediterranean dynamics of knowledge transfer, and is therefore sufficient for the task at hand. No medieval glass furnaces have, to my knowledge, been found in Portugal.<sup>3</sup>

Concerning the archaeometry, the structure of research is also an important factor for, in order to be effective, the methodologies employed rely on the material being archaeologically sound, that is, to come from good archaeological contexts, for which the south offers much better conditions than other areas.<sup>4</sup>

The same problem does not apply to the written evidence, but it is important to point out the limitations presented by the very nature of the written culture of the period under analysis. For instance, the volume of medieval technical works for the

<sup>2</sup> As a result of this and other factors, therefore, glass production in Christian-dominated areas is, from an archaeological perspective, almost completely unknown, but for a few precious exceptions, which shall be reviewed in detail. See also De Juan, J., N. Fernández Calderón, I. Muñiz, A. García Álvarez-Busto and N. Schibile. 2018. "Islamic soda-ash glasses in the Christian kingdoms of Asturias and León". *Journal of Archaeological Science: Reports* 22: 257.

<sup>3</sup> Countinho, I., T. Medici, S. Coentro, Luís C. Alves and M. Vilarigues. 2016. "First archaeometric study of medieval glass found in Beja (Southern Portugal)". *Journal of Medieval Iberian Studies* 8: 150.

<sup>4</sup> Substantial work has been carried out with church window glass in the Christian areas of medieval Spain, but window glass is a highly specialised field, and the composition of this type of glass, which was as a rule imported from Continental Europe, is akin to the so-called "forest glasses". They are, therefore, considered to be well beyond the scope of this thesis. As will become obvious in the course of this thesis, this composition and technological tradition is clearly different from those reflected in the types of glass that we will be dealing with. As such, they involve entirely different technological traditions and networks, coming from northern Europe, and trying to combine both groups of networks into the larger network that, for sure, existed, would have involved doubling-up, if not more, the size of this thesis. The integration of both networks (if we may speak of separate networks at all), is an important task for future research. See for instance Nieto Alcaide, V. 1997. "La profesión y oficio de vidriero en los siglos XV y XVI: Talleres, encargos y clientes". *Espacio, Tiempo y Forma, Serie VII. Hª del Arte* 10: 44: 52; Carmona, N., M. García-Heras, C. Gil and A. Villegas. 2004. "Vidrios y grisallas del s. XV de la Cartuja de Miraflores (Burgos): Caracterización y estado de conservación". *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio* 44: 251-8; Alonso, M. P., F. Capel, F. Valle, A. de Pablos, I. Ortega, B. Gómez and M. A. Respalda. 2009. "Caracterización de un vidrio rojo medieval procedente de las vidrieras del Monasterio de las Huelgas de Burgos". *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio* 48: 179-86; Bazzochi, F. 2012. *Las vidrieras góticas mediterráneas. El caso concreto de Barcelona y Siena en el siglo XIV*. Unpublished PhD Dissertation. Universidad de Barcelona.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	14/807



Christian-dominated periods and areas is much greater than that for the Muslim-dominated ones, largely because of the fact that many technical treatises written in Arabic are still pending edition and translation. On the other hand, all the archival documents will also concern the Christian-dominated periods and areas, as a result of the much more systematic archival culture in these territories. In most cases, archival documents from Muslim-dominated areas are entirely lacking.

### *Targets*

The targets of the following thesis are as follows:

- a) To review glassmaking practices in Iberia in its Mediterranean context in Late Antiquity and the opening centuries of the Middle Ages.
- b) To examine available evidence for the introduction of plant ash glass in the Iberian Peninsula.
- c) To assess the available archaeological evidence for glassmaking practices in the south of Medieval Iberia and their links with wider Mediterranean trends.
- d) To assess the available textual evidence for glassmaking practices in a holistic way, taking into account literary, technical and archival documents.
- e) To analyse and interpret compositional evidence concerning several hundreds of glass samples from key sites in southern Iberia.
- f) To integrate all this evidence in order to examine the transmission of glassmaking techniques in the Iberian Peninsula between the 8<sup>th</sup> and early 16<sup>th</sup> centuries.

### *Theoretical framework*

In this section, I shall try to explain the theoretical basis on which I intend to examine the evidence for glass production in medieval Iberia. In order to do it, I shall have to enter into historiographical and even philosophical issues that, in my opinion, have a direct impact on the way we examine past technologies. All too often,

technology in past cultural horizons is analysed from a bare positivistic perspective, without enough attention being paid to theoretical questions<sup>5</sup>. Although perhaps in my presentation of the evidence my theoretical standpoint will not be immediately apparent, the reasons for this will be explained in the present section, but I intend to return to it in full in the final, conclusions.

In general, and until very recently, the study of technology in history followed a logical path in the sense that it replicated that of the historical discipline in general. The beginnings of a true philosophy of history (in Löwith's sense)<sup>6</sup> are generally laid down with Hegel, who was indeed the first philosopher to contemplate history as a central topic of analysis. According to Hegel, the course of history is determined by an overarching transcendental dialectic force, the Spirit, which, in different stages, directs human destiny in the direction of freedom.<sup>7</sup> In this, Hegel was building upon a solid corpus of thought developed by the European Enlightenment, which had ultimately broken the chains of the religious *schaton*, which was set aside for a newly-found belief in the inevitability of progress and of its most prominent manifestation: scientific knowledge.<sup>8</sup> The first rudiments of cultural evolution were drawn; human progress had just the one path ahead,<sup>9</sup> and different world-peoples were simply at different stages of this path, with the European societies at the forefront. The rupture was ready made. Enlightenment philosophers, starting with the *Encyclopédie*, stated their intention to break radically with the past as a gateway to a luminous future.<sup>10</sup>

<sup>5</sup> For a recent useful review of developments in archaeological and anthropological theory on technology see Kozatsas, J. 2020. *The Dialectic of Practice and the Logical Structure of the Tool. Philosophy, Archaeology and the Anthropology of Technology*. Oxford: Archaeopress.

<sup>6</sup> Löwith, K. 1949. *Meaning in history*. Chicago: The University of Chicago Press: 1. In the following discussion the term "philosophy of history" is used to mean a systematic interpretation of universal history in accordance with a principle by which historical events and succession are unified and directed toward an ultimate meaning. Taken in this sense, philosophy of history is, however, entirely dependent on theology of history, in particular on the theological concept of history as a history of fulfilment and salvation. But then the philosophy of history cannot be a "science"; for how could one verify the belief in salvation on scientific grounds?

<sup>7</sup> Hegel, G. W. F. 2005 [1837]. *Lecciones sobre la Filosofía de la Historia Universal*. Madrid: Tecnos: 120.

<sup>8</sup> Bermejo, J. C. 1989. *Replanteamiento de la historia Ensayos de historia teórica II*. Madrid: Akal: 94; Osborne, P. 1995. *The Politics of Time. Modernity and Avant-Garde*. London. Verso: 10-1.

<sup>9</sup> Lucas, G. 2005. *The Archaeology of Time*. London. Routledge: 13.

<sup>10</sup> Trigger, B. 1997. *A History of Archaeological Thought* (2<sup>nd</sup> ed). Cambridge: Cambridge University Press: 98; Koselleck, R. 2004. *Futures Past: on the Semantics of Historical Time*. New York: Columbia University Press: 39; Assmann, A. 2013. "Transformations of the Modern Time Regime". In B. Bevernage and C. Lorenz (eds) *Beating up time – Negotiating the Borders between Present, Past and Future*. Gottingen: Vandenhoeck & Ruprecht: 43.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	16/807



If cultural reason was one, so must be human reason, another central tenet of Enlightenment philosophy. Supported by this monolithic conception of human reason, Kant understood that the subjective a priori perception of time must be identified with objective time (Newtonian physics played an important role in this conclusion), and the inevitable historical progress with the equally inevitable advance of reason.<sup>11</sup> With Kant, however, we cannot yet speak of a philosophy of history as such. As with everything else in Kant, philosophical topics were tinted with a powerful moral and normativistic hue, and he analysed philosophical ideas from a lofty utopian platform; for Kant, history was peripheral.<sup>12</sup> But the tone was set; now an ideal superstructure or dialectic was laid on top of the events, which had to conform to it, “fleshing out” a logic, causal narrative that advanced inexorably towards the now, and was, indeed, an explanation of it. While the goal of pre-Enlightenment historians was to instruct, that of Enlightenment ones was to explain. As such, Hegel’s dialectical process, which is in some ways indistinguishable from Kant’s inevitable advance of reason, goes further by incorporating historical contingency into the explanation, and thus overcoming Kant’s normativism.<sup>13</sup>

As far as the perspective on technology goes, the combination of these ideas with the unfolding of the Industrial Revolution was the perfect storm. Ideas of progress were being backed up, in real time, with greater buildings, better ways to produce food and things, faster means of transport, more effective weapons which globally confirmed the supremacy of the machine (as the ultimate embodiment of technology) and its masters (i.e. European nations, including the United States) over lesser peoples, mastery which was soon to be understood not only in technological but also in moral terms.<sup>14</sup> The implementation of technology and science were thus no longer attached only to a theoretical and vaguely defined notion of progress, but to very tangible examples of it. The last straw were to be the increasingly sophisticated shapes taken

<sup>11</sup> Kant, I. 1998 [1788] *Crítica de la razón práctica*. Salamanca: Sígueme; Gorman, J. 2013. “The Limits of Historiographical Choice in Temporal Distinctions”. En B. Bevernage and C. Lorenz (eds) *Beaking up time – Negotiating the Borders between Present, Past and Future*. Gottingen. Vandenhoeck & Ruprecht: 158.

<sup>12</sup> Rohbeck, J. 2007. “Por una filosofía crítica de la historia”. *Isegoría* 36: 67-8.

<sup>13</sup> Bermejo, J. C. 1989. *Replanteamiento de la historia Ensayos de historia teórica II*. Madrid: Akal: 150-3.

<sup>14</sup> Marx, L. 1964. *The Machine in the Garden. Technology and the Pastoral Ideal in America*. Oxford: London University Press: 161-2; Mumford, L. 1966. *Technics and Human Development. The Myth of the Machine*. San Diego: Harvest/HNJ: 4.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	17/807



by pre-Darwinian evolutionary theories – Lamarck, Spencer, the German *Naturphilosophen* – which not only saw the march towards progress as linear and inevitable, but also directed by a sort of *bauplan* (a concept recently readopted by macro-evolutionary archaeology),<sup>15</sup> that made the outcome all but inevitable.<sup>16</sup> Technology was thus conceptualised in the minds of social scientists as the result of the application of (mechanical) rational thought in a similar way as economics came to be regarded as the application of (maximising) rational thought. In this single line of progress, different technological phenomena, from the simplest stone tool to the latest invention of the age, were understood but as stages in an incremental, evolutionary scale of complexity, related to the biological development of the species (the latter idea has now been put seriously into question).<sup>17</sup>

The natural dimension that Darwinism was eventually to add to these ideas, on both history and technology, became so firmly lodged in the very fabric of the social sciences that, for a very long time, none of the different schools of historical and archaeological thought, although presenting some differences in their interpretive outlook and their methodology, seriously challenged the evolutionary approach upon which their approaches rested. One important reason for this theoretical conformity rested in the fact that these theoretical concerns did not touch upon the issue of technology, and the belief in the overall progression of humanity from more simple to more complex forms of organisation in a single, unilinear and universal line went virtually unchallenged.<sup>18</sup> Vere Gordon Childe may have harboured some doubts about the inevitability of progress, following the apocalyptic events of the early 20<sup>th</sup> century and the scale of technologically-driven destruction that these had brought about,<sup>19</sup> but this did not diminish his belief in man's triumph over nature being a directional affair.

<sup>15</sup> Zeder, M. A. 2009. "The Neolithic Macro-(R)evolution: Macrorevolutionary Theory and the Study of Culture Change." *Journal of Archaeological Research* 17: 1-63.

<sup>16</sup> Kuhn, T. 1996 [1962]. *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: The University of Chicago Press: 171.

<sup>17</sup> Taylor, T. 2010. *The Artificial Ape. How technology Changed the Course of Human Evolution*. New York: Palgrave MacMillan: 108.

<sup>18</sup> McGlade, J. and S. E. van der Leeuw. 1997. "Introduction: Archaeology and non-linear dynamics – new approaches to long-term change". In J. McGlade and S. E. van der Leeuw (eds) *Time, Process and Structured Transformation in Archaeology*. London: Routledge: 5-6; Lucas, G. 2006. "Historical archaeology and time". In D. Hicks and M. C. Beaudry (eds) *The Cambridge Companion to Historical Archaeology*. Cambridge: Cambridge University Press: 46-7.

<sup>19</sup> Childe, G. 2003 [1936] *Man Makes Himself*. London: Spokesman: 1.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	18/807





Functionalists, following the example of Malinowski, avowed for their “interest in tracking back any and every manifestation of human life to its simplest forms”.<sup>20</sup> Processualist archaeologists, for their part, regarded human behaviour as pretty much a constant in the analysis, and technology as a direct result of practical function and adaptation to environmental and social pressures, which involves assuming that humans can always adopt increasingly optimal (and complex) technological strategies.<sup>21</sup>

Therefore, until relatively recently, and even in recent times only a select few, have escaped this tendency; hardly anyone has doubted that technology, and the research from which it springs, can be anything but a fully rational pursuit<sup>22</sup>. What is probably more relevant, rather than restricting this form of rationality to the world to which it is (more or less) historically adequate, the here and now, this has been projected back,<sup>23</sup> and every step of technological advancement has been regarded as truly rational and scientific in nature. For Childe, again, metallurgy (a particularly loaded technological field because of its weight during the Industrial Revolution from which these principles sprung) was no historically contingent phenomenon, but almost a pre-determined process;<sup>24</sup> similarly, as Lewis Mumford pointed out, “[modern man] has justified his present concerns by calling his prehistoric self a tool-making animal, and assuming that the material instruments of production dominated all his other activities”.<sup>25</sup>

<sup>20</sup> Malinowski, B. 1960. *A Scientific Theory of Culture*. New York: Oxford University Press: 16.

<sup>21</sup> Binford, L. 1965. “Archaeological Systematics and the Study of Culture Process”. *American Antiquity* 31: 203-10; Trigger, B. 1997. *A History of Archaeological Thought* (2<sup>nd</sup> ed). Cambridge: Cambridge University Press: 410.

<sup>22</sup> Ingold, T. 2000. *The Perception of the Environment. Essays on Livelihood, Dwelling and Skill*. London and New York. Routledge: 294-5.

<sup>23</sup> Khun even argued that researchers projected back their current ideas to their own research. Kuhn, T. 1996 [1962]. *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: The University of Chicago Press: 139.

<sup>24</sup> Budd, P. and T. Taylor. 1995. “The Faerie Smith Meets the Bronze Industry: Magic Versus Science in the Interpretation of Prehistoric Metal-Making”. *World Archaeology* 27: 133-6.

<sup>25</sup> Mumford, L. 1966. *Technics and Human Development. The Myth of the Machine*. San Diego: Harvest/HNJ: 14.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	19/807





The history of technology, however, has usually been regarded as the pre-history of the industrial revolution.<sup>26</sup>

What is more, it is not only that the research efforts of past people of which we know little have been pigeon-holed to fit into our own mould, but that the explicit, well-documented forays of some of the most elevated members of our scientific pantheon into areas which are now regarded as the realm of quacks and superstitious mystics have been conveniently forgotten so as not to sully the principles that we have decided to regard as rational: it does not become the current standing of physics as a discipline to admit that Newton considered himself, first and foremost, an alchemist.<sup>27</sup>

This said, it would be unjust not to mention the effects that the critical approaches have had on historical and archaeological interpretation. Perhaps one of the most prominent consequences of the critical approach to history was the condemnation of grand narratives, Lyotard's 'totalizing and synthezizing texts', as rigid frameworks within which archaeological and historical evidence must be fitted in a reductionist way.<sup>28</sup> These were finally recognised as products of a certain socio-political superstructure, with a substantial load of ideological bias.<sup>29</sup> In the more moderate version of this questioning of the grand narrative, the role of the archaeologist's discourse is not the aseptic presentation of a series of hard facts and logical inferences, but is also part of the knowledge generated by archaeological practice.

Along with these challenges to the unicity of historical discourse came the vindication of historical particularism, including the human ability for individual action,

<sup>26</sup> Braudel, F. 1992. *Civilization and Capitalism. 15<sup>th</sup>-18<sup>th</sup> Century. Vol I. The Structures of Everyday Life. The Limits of the Possible*. Berkeley and Los Angeles. University of California Press: 430.

<sup>27</sup> Tambiah, S. 1990. *Magic, Science, Religion and the Scope of Rationality*. Cambridge: Cambridge University Press: 28.

<sup>28</sup> Benjamin, W. 1940. "Eralipomena to 'On the concept of History'". In H. Eiland and M. Jennings (eds) *Walter Benjamin: Selected Writings*. Vol. 4. 1938-1940. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press: 401-11; Fahlander, F. 2012. "Are we there yet? Archaeology and the postmodern in the new millennium". *Current Swedish Archaeology* 20: 114; Emberling, G. 2015. "Counternarratives: The Archaeology of the Long Term and the Large Scale". In G. Emberling (ed) *Social Theory in Archaeology and Ancient History. The Present and Future of Counternarratives*. Cambridge: Cambridge University Press: 9.

<sup>29</sup> Bordieu, P. 1972. *Outline of a Theory of Practice*. Cambridge: Cambridge University Press: 18; Trigger, B. 1997. *A History of Archaeological Thought* (2<sup>nd</sup> ed). Cambridge: Cambridge University Press: 446.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	20/807



which had all but disappeared under the weight of the rigid and deterministic narrative of historical progress and cross-cultural generalisation, and the role of the event, which was related with the post-processual endeavour to return to the principle of archaeology as history.<sup>30</sup> More or less loosely based on the phenomenological philosophy of Husserl, Heidegger and Collingwood,<sup>31</sup> a substantial school of archaeological thought has adopted the empathetic methodology proposed by the latter. Phenomenological archaeologists and historians based their interpretations on the subjective experience of past humans, be it in connection with their daily tasks,<sup>32</sup> the landscape<sup>33</sup> or the taskscape,<sup>34</sup> and largely reject the role of historical narratives and positivistic scientific conclusions (although for Ingold historical time does not contradict, but merges in, the experiential time of social subjects).

Relevantly for our subject, one of the most successful attempts to adapt some of these philosophical ideas to historical and archaeological practice is rooted in Heidegger's notion of being-in-the-world (*dasein*), which points to the engagement of the subject with the world around him.<sup>35</sup> As such, the subject is constituted by his own practice with the things that surround it. Practice is no longer regarded as something humans do, but something humans are. Leroi-Gourham's take on this idea, and the development of the notion of the *chaîne opératoire*,<sup>36</sup> the sequence of bodily gestures that lead to a given result, is firmly grounded on materiality, and is thus especially appealing to archaeologists, for instance by the so-called 'archaeology of production', largely developed in Italy and the impact of which has been particularly noticeable in

<sup>30</sup> Lucas, G. 2012. *Understanding the Archaeological Record*. Cambridge: Cambridge University Press: 180-1.

<sup>31</sup> Husserl, E. 2000 [1900]. *Logical Investigations*. London. Routledge; 2015 [1907] *La idea de la fenomenología. Cinco lecciones*. México: Fondo de Cultura Económica, Heidegger, M. 1996 [1927] *Being and Time*. Albany: State University of New York; Collingwood, R. G. 1946 *The Idea of History*. New York: Oxford University Press.

<sup>32</sup> Olsen, B. 2012. "After interpretation: remembering archaeology". *Current Swedish Archaeology* 20: 11-34.

<sup>33</sup> Tilley, C. 2004. *The Materiality of Stone. Explorations in Landscape Phenomenology*. Oxford. Berg.

<sup>34</sup> Ingold, T. 1993. "The temporality of Landscape". *World Archaeology* 25 : 152-74.

<sup>35</sup> It is, however, worth stressing that these ideas are very loosely grounded on Heidegger's philosophy indeed, and that Heidegger, an ontologist with little real interest in the application of his ideas outside the field of pure ontology, would probably have harboured little sympathy for these exercises.

<sup>36</sup> Understood in a broad sense, that is, including the whole process, from the catchment of raw materials to the disposal of refuse.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	21/807



the field of medieval archaeology.<sup>37</sup> Humans are socialised in material settings, and this material engagement is negotiated by a series of practices which configure the very being and temporality of practitioners and the societies that they inhabit.<sup>38</sup> This resulted in a significant shift away from classical positivistic approaches based on artefact morphology, typology, etc. into the dynamic ‘biographies’ of said artefacts and the cognitive processes that they denote.<sup>39</sup> Naturally, this is not the same to say that everyday practice in, say, a glass workshop, was a constant process of negotiation of meaning and projection of symbolism through quotidian acts, but this is where Bordieu’s concept of *habitus*, that is the routinisation and normativisation of practice within a certain, dynamic but relatively stable, social milieu, understood and, to a degree, accepted (or at least complied with) by the agents which participate in it, is of great use.<sup>40</sup> In any case, I shall try to overcome one of the main problems with the concept of *habitus* and *chaîne opératoire*, one which has affected most especially the attempts at developing object biographies, which is the fact that not all elements in the chain and cultural milieu are necessarily visible for the archaeologist/historian, and the explanation must be made sufficiently flexible to account for this (given the importance of recycling practices in glassmaking, the importance of this caveat for our arguments cannot be overstressed).<sup>41</sup>

The impact of these theoretical trends in archaeological and historical practice has been uneven. While Bordieu’s theory of practice has been incorporated to mainstream social interpretation, owing to its eminent applicability to the interpretation of the archaeological record, the same cannot be said of all the ideas

<sup>37</sup> Leroi-Gourham, A. 1943. *Evolution et techniques: L’homme et la matière*. Paris: Albin Michel; Leroi-Gourham, A. 1945. *Evolution et techniques: Milieu et techniques*. Paris: Albin Michel; García Vargas, E. 2019. “La arqueología de la producción. Pasado, presente ¿y futuro?”. In E. Sánchez and M. Bustamante (eds) *Arqueología Romana de la Península Ibérica*. Granada: Editorial Universidad de Granada: 515.

<sup>38</sup> Gosden, C. 1994. *Social Being and Time*. Oxford: Blackwell.

<sup>39</sup> Dobres, M-A. 1999. “Technology’s Links and Chaînes: The Processual Unfolding of Technique and Technician”. In M-A. Dobres and C. R. Hoffman (eds) *The Social Dynamics of Technology. Practice, Politics and World Views*. Washington and London: The Smithsonian Institution: 125; 128. These notions grew exponentially in the aftermath of the publication of Arjun Appadurai’s hugely influential *The Social Life of Things: commodities in cultural perspective*. Cambridge: Cambridge University Press.

<sup>40</sup> Bordieu, P. 1972. *Outline of a Theory of Practice*. Cambridge: Cambridge University Press.

<sup>41</sup> That is, we shall try to avoid committing what statisticians call a Type II error, that is, failing to detect an effect that is present. Generally, archaeologists are more concerned about Type I errors, that is, detecting effects that are not present. See Duckworth, C. In Press. “Seeking the invisible: new approaches to Roman glass recycling”. In C. Duckworth and A. Wilson (eds) *Recycling and Reuse in the Roman Economy*. Oxford: Oxford University Press.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPXS4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPXS4NM	Página	22/807



that sprung out of the critical turn, some of which have argued for the wholesale rejection of narratives in both history and archaeology, but this is rooted in a deeply relativist epistemology that all but cancels the possibility of historical and archaeological knowledge.<sup>42</sup>

Perhaps, the main effect of these developments has been the tempering of the use of the grand narrative as an explanatory device. This, naturally, had nothing to do with the hyper-positivism of those who, essentially, see no need for theory in historical practice, from Burckhardt to Marwick,<sup>43</sup> but with the almost compulsive need to create an orderly sequence of events and then try to fit the available evidence within it, under the auspices of the enduring myth of cultural coherence, which is to a large extent achieved by eliminating anomalies and discordance.<sup>44</sup> In terms of technology-related narratives, this has essentially meant to resume the theorisation of the whole issue. If the evolution of technology was a marked path, there was no need of theory to account for it, and this remained the state of affairs in the social sciences for too long,<sup>45</sup> and remains largely so in certain disciplines, such as economics.<sup>46</sup> But anomalies

<sup>42</sup> Fahlander, F. 2012. "Are we there yet? Archaeology and the postmodern in the new millennium". *Current Swedish Archaeology* 20: 113.

<sup>43</sup> Löwith, K. 1949. *Meaning in history*. Chicago: The University of Chicago Press: 20-1; Marwick, A. 2001. *The New Nature of History. Knowledge, Evidence, Language*. New York: Palgrave MacMillan: 4-5; 28.

<sup>44</sup> McGlade, J. and S. E. van der Leeuw. 1997. "Introduction: Archaeology and non-linear dynamics – new approaches to long-term change". In J. McGlade and S. E. van der Leeuw (eds) *Time, Process and Structured Transformation in Archaeology*. London: Routledge: 5-6.

<sup>45</sup> Callon, M. 1987. "Society in the Making: The Study of Technology as Tool for Sociological Analysis". In W. E. Bijker, T. P. Hughes and T. Pinch (eds) *The Social Construction of technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology*. Cambridge and London. The MIT Press: 77; Pfaffenberger, B. 1992. "Social Anthropology of Technology". *Annual Review of Anthropology* 21: 491-516; Ingold, T. 2000. *The Perception of the Environment. Essays on Livelihood, Dwelling and Skill*. London and New York. Routledge: 314. As pointed out by Ingold, if technology was mentioned at all, it was in a purely descriptive, cataloguing manner.

<sup>46</sup> In the field of economics, not only concerning technology but all other factors as well, strict adherence to neo-classical theory was ultimately aimed at prediction of the future behaviour of economic systems. Although this field has also witnessed the emergence of a number of prominent voices, beginning with Karl Polanyi and his substantivists (and including several "Nobel" prize winners, such as Douglas North and Elinor Ostrom), that demand the economy being regarded not in isolation from other social factors but embedded within them, in terms of economic practice these attempts have remained largely peripheral. See Polanyi, K. 1944. *The Great Transformation. The Political and Economic Origins of Our Time*. Boston: Beacon Press; Ostrom, E. 1990. *Governing the Commons. The Evolution of institutions for collective action*. Cambridge: Cambridge University Press; Tambiah, S. J. 1990. *Magic, Science, Religion and the Scope of Rationality*. Cambridge: Cambridge University Press: 2-3; North, D. 2010. *Understanding the Process of Economic Change*. Princeton: Princeton University Press. See also Govantes-Edwards, D. 2007. "Las limitaciones del estudio de la economía Antigua desde el aparato teórico de la ciencia económica ortodoxa". In F. Guzmán (ed) *Perdona Nuestras Deudas*. Seville: Padilla Libros: 9-38. Attempts at applying this same predictive zeal to history have been made, but they were

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	23/807



are stubborn, and tend not to align with the specific line of cultural coherence that would equate technological complexity with cultural complexity; to mention but one example, the technologically unsophisticated (to our western eyes) Australian Aborigenes, possess enormously complex kinship structures.<sup>47</sup> To begin with, it might not be so obvious, when seen in isolation from their social and natural environment, what are “simple” and “complex” technologies, or whether these descriptive categories can be applied at all.<sup>48</sup>

One principle that has recently emerged with force, and that can no longer be ignored in the analysis of technological systems, is that of symmetry. This is a multi-layered notion. Most importantly, and in relation to the notion of *habitus* coined by Pierre Bourdieu, the fact that we have developed a very robust, one-sided principle of technology,<sup>49</sup> linked to that of economic efficiency, does not mean that the same principle necessarily applies to all cultural horizons: the concept is historically contingent. Technological choices cannot be solely gauged on the basis of narrow (as in contemporary) efficiency criteria, must be set against a backdrop which includes the ideological, environmental, material and institutional factors of their own cultural milieu (a few paragraphs down I shall qualify my own statement, but this will suffice for now), which will determine which choices are, in fact, available.<sup>50</sup>

Technologies are dynamic acts of social and material transformation:  
they serve as media through which social relations and world views are  
expressed and mediated.<sup>51</sup>

---

short-lived. See Hobsbawm, E. 1981. “Looking forward: history and the future”. *New Left Review* 125: 3-19; Hobsbawm, E. 1997. *On History*. London: Abacus: ix; 183-4.

<sup>47</sup> Mumford, L. 1966. *Technics and Human Development. The Myth of the Machine*. San Diego: Harvest/HNJ: 23-4.

<sup>48</sup> Ingold, T. 2000. *The Perception of the Environment. Essays on Livelihood, Dwelling and Skill*. London and New York. Routledge: 319.

<sup>49</sup> For a recent example: “Technological progress is essentially resource saving, which makes explanations relying on binding resource constrains insufficient and often inappropriate for historical analysis except with regard to economies that are characterized by technological stagnation”. Persson, K. G. 2010. *An Economic History of Europe. Knowledge, institutions and growth, 600 to the present*. Cambridge. Cambridge University Press: 5.

<sup>50</sup> Sillar, B. and M. S. Tite. 2000. “The challenge of ‘technological choices for materials science approaches in archaeology’”. *Archaeometry* 42: 4.

<sup>51</sup> Dobres, M-A. 1999. “Technology’s Links and Châînes: The Processual Unfolding of Technique and Technician”. In M-A. Dobres and C. R. Hoffman (eds) *The Social Dynamics of Technology. Practice,*

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	24/807



Research has amply demonstrated that technological choices are often made for eccentric (for the line of analysis) reasons, that are, not obviously (to us) practical, but ideological or aesthetic. This has been most extensively demonstrated in the context of early metallurgical practice (the sub-field in which the study of the history of past technology is perhaps more theoretically informed), in which the 'utilitarian' value of the objects being made is not always obvious, and convincing explanations have argued that the sounds, colours and display of transformative power may have been at the core of practice.<sup>52</sup> But this is not only to be found among non-literate and pre-industrial societies, as Carlo Maria Cipolla has shown with regard to the Chinese Empire's attitude towards Western military technology, the adoption of which was considered undesirable insofar as this would pose a threat to the ideological basis of Chinese civilisation even at the expense of political and military subjugation.<sup>53</sup> Also in the contemporary world, not all innovations, no matter how resource-efficient, are adopted, for they have undesirable effects in the form of what the economic science theoretically regards as externalities.<sup>54</sup>

As a result, all technological processes need to be analysed with a wide lens, not looking at 'joining the dots' within a narrow path of causality but from a much broader point of view,<sup>55</sup> if at all possible by avoiding the principle of causality altogether. This is not easy, as the whole edifice of scientific logic has been built upon the foundations of Newtonian physics and mathematics, but the functional relationships that these imply are simply a straightjacket for explanation in the social

---

*Politics and World Views*. Washington and London. The Smithsonian Institute: 128; see also Ingold, T. 2000. *The Perception of the Environment. Essays on Livelihood, Dwelling and Skill*. London and New York. Routledge: 319.

<sup>52</sup> Mumford, L. 1966. *Technics and Human Development. The Myth of the Machine*. San Diego: Harvest/HNJ: 111; Budd, P. and T. Taylor. 1995. "The Faaerie Smith Meets the Bronze Industry: Magic Versus Science in the Interpretation of Prehistoric Metal-Making". *World Archaeology* 27: 139; Hosler, D. 1995. "Sound, color and meaning in the metallurgy of Ancient West Mexico". *World Archaeology* 27: 100-15.

<sup>53</sup> Cipolla, C. 1965. *Guns and Sails in the Early Phase of European Expansion. 1400-1700*. London. Collins: 118-20.

<sup>54</sup> Hughes, T. P. 1987. "The Evolution of Large Technological Systems". In W. E. Bijker, T. P. Hughes y T. Pinch (eds) *The Social Construction of technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology*. Cambridge and London: The MIT Press: 53.

<sup>55</sup> Budd, P. and T. Taylor. 1995. "The Faaerie Smith Meets the Bronze Industry: Magic Versus Science in the interpretation of Prehistoric Metal-Making". *World Archaeology* 27: 141.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	25/807





sciences;<sup>56</sup> moreover, the link that leads from the cause to the effect is necessarily constituted by a set of steps the number of which is, in the social sciences, necessarily arbitrary.<sup>57</sup>

The Newtonian notion of causality is, naturally, enshrined in a conceptualisation of time that sees the past as a single line of events (“what really happened” *a la* Burckhardt) and the future as a wide fan of infinite possibilities. But this this is putting history on its head (Schlegel’s historian as backward looking prophet),<sup>58</sup> negating all possibility of agency and denying past subject’s any choice. But the truth is that past subjects were as uncertain of what lay ahead of them as we are,<sup>59</sup> the number of choices open to their technological practice was as vast as that confronting ours,<sup>60</sup> and they operated within a complex multi-layered temporality their ability to gaze into which was limited to what they regarded as the “limits of the possible”.<sup>61</sup>

With mechanical causality out of the way, we also need to dispense, and this is another basic tenet of the principle of symmetry, with the hierarchy of forms of knowledge that it inevitably leads to. As such, no longer can we conceptualise forms of

<sup>56</sup> McGlade, J. and S. E. van der Leeuw. 1997. “Introduction: Archaeology and non-linear dynamics – new approaches to long-term change”. In J. McGlade and S. E. van der Leeuw (eds) *Time, Process and Structured Transformation in Archaeology*. London: Routledge: 13.

<sup>57</sup> Pinch, T. J. and W. E. Bijker. 1987. “The Social Construction of facts and Artifacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other”. In W. E. Bijker, T. P. Hughes and T. Pinch (eds) *The Social Construction of technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology*. Cambridge and London: The MIT Press: 15-6.

<sup>58</sup> Van der Leeuw, S. E. 1990. “Archaeology, Material Culture and Innovation”. *SubStance* 19: 92-109.

<sup>59</sup> McGlade, J. and S. E. van der Leeuw. 1997. “Introduction: Archaeology and non-linear dynamics – new approaches to long-term change”. In J. McGlade and S. E. van der Leeuw (eds) *Time, Process and Structured Transformation in Archaeology*. London: Routledge: 9; Bintliff, J. 2004. “Time, Structure and Agency: The Annales, Emergent Complexity, and Archaeology”. In J. Bintliff (ed) *A Companion to Archaeology*. Oxford: Blackwell: 185.

<sup>60</sup> Sillar, B. and M. S. Tite. 2000. “The challenge of ‘technological choices for materials science approaches in archaeology’”. *Archaeometry* 42: 3; 11.

<sup>61</sup> Bintliff, J. 2004. “Time, Structure and Agency: The Annales, Emergent Complexity, and Archaeology”. In J. Bintliff (ed) *A Companion to Archaeology*. Oxford: Blackwell: 177. In this, the seed was set by the French historiographical school of *Annales* and its most prominent member, Fernand Braudel, author of the, arguably, most popular historical work of the 20<sup>th</sup> century. Braudel, F. 2000 [1949] *The Mediterranean and the Mediterranean World in the Age of Phillip II*. London: The Folio Society. See also Braudel, F. 1992. *Civilization and Capitalism. 15<sup>th</sup>-18<sup>th</sup> Century. Vol I. The Structures of Everyday Life. The Limits of the Possible*. Berkeley and Los Angeles. University of California Press, Trouillot, M-R. 1995. *Silencing the Past. Power and the Production of History*. Boston: Beacon Press.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPXS4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPXS4NM	Página	26/807



knowledge in terms of truth and error.<sup>62</sup> It is a constant in the history of science and technology that past beliefs, theories and knowledge are measured against the yardstick of current scientific knowledge, but this is both ahistorical and teleological. With this, I do not aim to take a relativistic approach but simply to stress the idea that, as far as the historical, archaeological and sociological interpretation of beliefs go, all beliefs (religious, scientific, etc.), regardless to where they stand vis-à-vis the central axis of enquiry, need to be treated analytically as equals.<sup>63</sup> Symmetry is epistemological, not ontological. Another projection of this same idea is that more care should be taken when making the distinction between ritual, magic and superstition and technical practice.<sup>64</sup> This has been better understood by prehistoric archaeology, since complex procedures (as much as epic poetry) needs to be highly ritualised in the absence of other mnemonic means, but it is hardly exclusive of non-literate societies; all societies present limitations to what can be, for instance, put down in writing.<sup>65</sup> This is another contemporary category pegged upon past societies, which generally found it difficult (or simply found no reason to) draw the line between these two categories of knowledge, to begin with because mystical and esoteric beliefs were often at the root of later scientific knowledge, linked in a seamless progression.<sup>66</sup> “The only pure myth is the idea of a science devoid of all myth”.<sup>67</sup> This contemporary tendency to conceptually separate truth and error has severely maimed one side of the enquiry while ignoring the other one. “False” beliefs have been explained as the

<sup>62</sup> This dichotomy has been firmly lodged in scientific thought since Francis Bacon. See Noble, D. 1999. *The Religion of Technology. The Divinity of Man and the Spirit of Invention*. London: Penguin Books: 49.

<sup>63</sup> Law, J. 1987. “Technology and Heterogeneous Engineering: The Case of Portuguese Expansion”. In W. E. Bijker, T. P. Hughes and T. Pinch (eds) *The Social Construction of technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology*. Cambridge and London: The MIT Press: 124; Latour, B. 1993. *We have never been modern*. Cambridge, Ma: Cambridge University Press: 92.

<sup>64</sup> By all accounts not a new concept, already argued for by Giambattista Vico and Wittgenstein. See also Löwith, K. 1949. *Meaning in history*. Chicago: The University of Chicago Press: 122; Tambiah, S. 1990. *Magic, Science, Religion and the Scope of Rationality*. Cambridge: Cambridge University Press: 57; Pfaffenberger, B. 1999. “Worlds in the Making: Technological Activities and the Construction of Intersubjective Meaning”. In M-A. Dobres and C. R. Hoffman (eds) *The Social Dynamics of Technology. Practice, Politics and World Views*. Washington and London. The Smithsonian Institution: 152.

<sup>65</sup> Budd, P. and T. Taylor. 1995. “The Faerie Smith Meets the Bronze Industry: Magic Versus Science in the Interpretation of Prehistoric Metal-Making”. *World Archaeology* 27: 139.

<sup>66</sup> Tambiah, S. 1990. *Magic, Science, Religion and the Scope of Rationality*. Cambridge. Cambridge University Press: 21; Warnier, J-P. 2009. “Technology as efficacious actions on objects ... and subjects”. *Journal of Material Culture* 14: 462.

<sup>67</sup> Michel Serres. 1974. *Hermes III. La traduction*. Cif. Latour, B. 1993. *We have never been modern*. Cambridge, Ma: Cambridge University Press: 93.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	27/807





result of magic, social caveats and superstition, a blanket explanation which, like all blanket explanations, explains nothing.<sup>68</sup>

Above all, the first principle of symmetry proposes a slimming down treatment for the explanation of errors offered by social scientists. It had become so easy to account for deviation! Society, beliefs, ideology, symbols, the unconscious, madness.<sup>69</sup>

Meanwhile 'true' beliefs are regarded as self-explanatory, and no answer is generally given about how they were arrived at; it is assumed that they are the inevitable outcome of the natural advance of reason.<sup>70</sup> In reality, it is the success of a given (social or material) artefact that needs to be explained; how it has navigated without succumbing through the constant acts of translation (see below) which are found at every turn whenever it comes into contact with any given actor.<sup>71</sup>

We have, thus far, mentioned all the things I will try not to do, so it is high time I state how I intend to approach the study of glass production in Iberia in the Middle Ages. It has, I hope, been made clear that technology and science around our topic shall be examined from a broad social perspective, the only way to escape the trap of tautology.<sup>72</sup> In this regard, the conceptual framework of the *chaîne opératoire* will help us bridge the gap between tangible artefacts and intangible dynamic social constraints and condition, as defined by the very act of makings.<sup>73</sup> We must be, however,

<sup>68</sup> Law, J. 1987. "Technology and Heterogeneous Engineering: The Case of Portuguese Expansion". In W. E. Bijker, T. P. Hughes and T. Pinch (eds) *The Social Construction of technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology*. Cambridge and London. The MIT Press: 123-4; Warnier, J-P. 2009. "Technology as efficacious actions on objects ... and subjects". *Journal of Material Culture* 14: 463.

<sup>69</sup> Latour, B. 1993. *We have never been modern*. Cambridge, Ma: Cambridge University Press: 93.

<sup>70</sup> Latour, B. 1993. *We have never been modern*. Cambridge, Ma: Cambridge University Press: 92-93.

<sup>71</sup> Pinch, T. J. and W. E. Bijker. 1987. "The Social Construction of facts and Artifacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other". In W. E. Bijker, T. P. Hughes and T. Pinch (eds) *The Social Construction of technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology*. Cambridge and London. The MIT Press: 18.

<sup>72</sup> Pinch, T. J. and W. E. Bijker. 1987. "The Social Construction of facts and Artifacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other". In W. E. Bijker, T. P. Hughes and T. Pinch (eds) *The Social Construction of technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology*. Cambridge and London: The MIT Press: 19.

<sup>73</sup> Dobres, M-A. 1999. "Technology's Links and Chaînes: The Processual Unfolding of Technique and Technician". In M-A. Dobres and C. R. Hoffman (eds) *The Social Dynamics of Technology. Practice, Politics and World Views*. Washington and London. The Smithsonian Institution: 129; Pfaffenberger, B.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	28/807



extremely cautious. The critical stance from which these notions originally sprung makes them to lean too easily towards the evanescent, and hard to grasp concepts such as “negotiation”, “meaning” and “memory” tend sometimes to slip into their explanations a tad too often. If the backlash against the most radical proponents of critical thought has taught us something,<sup>74</sup> it is that they often blur with little justification the ‘hard surfaces’ which Morris so convincingly vindicated.<sup>75</sup> Because of their phenomenological routes or influences, the stress has been laid so much on the individual being-in-the-world that the world has been forgotten.

Whether the accused in a murder trial is or is not guilty depends on the assessment of old-fashioned positivist evidence, if such evidence is available. Any innocent readers who find themselves in the dock will do well to appeal to it. It is the lawyers of the guilty ones who fall back on postmodern lines of defence<sup>76</sup>

Following Bruno Latour, critique has proved itself useless against solid facts,<sup>77</sup> but explanations that attribute agency to elastic intangibles such as “power” and “identity” (which in order to be used appropriately must be strictly defined, instead of simply enunciated), simply skirt around them, leaving the explanation wanting.<sup>78</sup>

---

1999. “Worlds in the Making: Technological Activities and the Construction of Intersubjective Meaning”. In M-A. Dobres and C. R. Hoffman (eds) *The Social Dynamics of Technology. Practice, Politics and World Views*. Washington and London. The Smithsonian Institute: 160.

<sup>74</sup> See for instance Nora, P. 1989. “Between Memory and History: Les Lieux de Mémoire”. *Representations* 26: 7-24; Olivier, L. 2011. *The Dark Abyss of Time. Archaeology and Memory*. Lanham: Altamira Press. For a criticism, especially, of the ‘inflationary use of memory in the social sciences’ see Algazi, G. 2014. “Forget Memory: Some Critical Remarks on Memory, Forgetting and History”. In S. Scholz, G. Schwedler and K-M. Sprenger (eds) *Damnatio in Memoria: Deformation und Gegenkonstruktionen von Geschichte*. Vienna, Cologne, Weimer: Böhlau: 25–34.

<sup>75</sup> Morris, I. 2001. “Hard Surfaces”. In P. Cartledge, E. E. Cohen and L. Foxhall (eds) *Money, Labour and Land. Approaches to the economics of ancient Greece*. London: Taylor & Francis: 8-44.

<sup>76</sup> Hobsbawm, E. 1997. *On History*. London: Abacus: ix.

<sup>77</sup> Latour, B. 2004. “Why has Critique Run out of Steam? From Matters of Fact to Matters of Concern”. *Critical Enquiry* 30: 241-2.

<sup>78</sup> Latour, B. 1990. “Technology is society made durable”. *The Sociological Review* 38: 103-31.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	29/807



We need, therefore, something else to try to account for the constant interplay between people, institutions and things (and chance),<sup>79</sup> and we shall try to do so by recourse of the actor-network-theory (ANT) described by Latour.<sup>80</sup> This is not without some caveats. It is true that ANT has some difficulty in accounting for long-term change and that, in the absence of very complete information, the networks without which the explanation cannot function can remain underpopulated, making conclusions much harder to reach.

These networks, which are the ultimate subject of analysis, are constituted by actors, both humans and non-humans (objects, institutions, ideas) which interact in processes of translation, not resistance or acceptance, through which all are modified, holding neither contexts nor contents constant.<sup>81</sup> This relationist, but not relativist approach, allows us to leave behind the idea that technology is a “transitive action on matter”, for both human and non-human actors are considered symmetrically, that is, avoiding both object fetishism and psychologism.<sup>82</sup> This creates the conditions to also examine the projection of the translation onto the human actors and truly evaluate the efficacy of technology within their own network.<sup>83</sup> Furthermore, another advantage of the theory is that leaves no room for tautology and directionism, unlike recent spin-offs which have explored the notion of material entanglement, which are however too close for comfort to the principle of path-dependence.<sup>84</sup> This includes, crucially, technology and innovation, whether they can overcome the “anti-programmes” (that is, the actors that engage with them to stop their further development) or not. In this sense, we can treat research, science, discovery and innovation as though there is

<sup>79</sup> McGlade, J. and S. E. van der Leeuw. 1997. “Introduction: Archaeology and non-linear dynamics – new approaches to long-term change”. In J. McGlade and S. E. van der Leeuw (eds) *Time, Process and Structured Transformation in Archaeology*. London: Routledge: 14.

<sup>80</sup> Latour, B. 2005. *Reassembling the Social. An Introduction to Actor-Network-Theory*. Oxford: Oxford University Press.

<sup>81</sup> Latour, B. 1990. “Technology is society made durable”. *The Sociological Review* 38: 110; 116; Latour, B. 1993. *We have never been modern*. Cambridge, Ma: Cambridge University Press: 71.

<sup>82</sup> García Vargas, E. 2019. “La arqueología de la producción. Pasado, presente ¿y futuro?”. In E. Sánchez and M. Bustamante (eds) *Arqueología Romana de la Península Ibérica*. Granada: Editorial Universidad de Granada: 521-2.

<sup>83</sup> Latour, B. 1990. “Technology is society made durable”. *The Sociological Review* 38: 128; Warnier, J-P. 2009. “Technology as efficacious actions on objects ... and subjects”. *Journal of Material Culture* 14: 460; 466.

<sup>84</sup> Hodder, I. 2012. *Entangled. An Archaeology of the Relationship Between Humans and Things*. Chichester: Wiley.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	30/807



nothing epistemologically special about them, because there is not; they are part of the network in the same way as the already established non-humans that account for the relative stability of a given system.<sup>85</sup> We need to break away from the notion, grounded in every project of Modernity (and none was as powerful as that which crystallised with the Industrial Revolution), that we are breaking away with the past through innovations that, by their own drive and once they reach a certain critical mass, can bring the whole system up to a revolutionary speed.<sup>86</sup>

Because our enquiry is not sociological, and the evidence available much more limited than that available to sociologists like Latour, who are also dealing with much shorter-term processes, it remains to be seen how the methodology of ANT, which is essentially descriptive in nature, is to work. If the elements of the network are adequately described, and there are quite enough of them, their relationships and translation will become obvious and there will be no need to recur to an elastic, constructed superstructure (Latour's "the social"). But for that we shall have to wait for the conclusions.

#### *A (very) brief early history of glass*

After setting up our theoretical framework, it is worth making a brief summary of the history of early glass, in order to establish the field in which our networks will begin to unfold.

Although there is isolated evidence of earlier productions,<sup>87</sup> the first systematic evidence for glass production on a significant scale is found in the mid-second millennium BC in Mesopotamia and Egypt<sup>88</sup> (it has been argued that the earliest glass

<sup>85</sup> Latour, B. 1990. "Technology is society made durable". *The Sociological Review* 38: 111.

<sup>86</sup> Latour, B. 1990. "Technology is society made durable". *The Sociological Review* 38: 115; 118.

<sup>87</sup> Grose, D. F. 1989. *Early Ancient Glass: Core-Formed, Rod Formed and Cast Vessels and Objects from the Late Bronze Age to the Early Roman Empire, 1600 BC to AD 50*. New York: Hudson Hill Press.

<sup>88</sup> Nolte, B. 1968. *Die Gassgefäße im Alter Ägypten*. Berlin: Bruno Hessling; Oppenheim, L. A., R. H. Brill, D. Barag and A. von Saldern (eds) 1970. *Glass and Glassmaking in Ancient Mesopotamia. An Edition of the Cuneiform Texts Which Contain Instructions for Glassmakers With a Catalogue of Surviving Objects*. Corning, NY, The Corning Museum of Glass; Jackson, C. M. 2005. "Glass making in Bronze Age Egypt". *Science* 308: 1750-2; Rehren, Th. and E. Pusch. "Late Bronze Age glass production at Qantir-Pirameses". *Science* 308: 1756-8; Nicholson, P. T. 2007. *Brilliant Things for Akhenaten: the production of Glass, Vitreous Materials and Pottery at Amarna Site 045.1*. London: Egypt Exploration Society.



craftsmen to arrive in Egypt did so as prisoners after Egyptian military campaigns into the Near East).<sup>89</sup> At any rate, this new material was soon to spread to southern European regions in the late second and early first millennium BC.<sup>90</sup> These glasses were strongly coloured, being produced with a mix of plant-based ashes (bringing into the mix calcium and alkalis) and silica from crushed quartz pebbles, in addition to the colourants. At first, these glasses were worked cold, carved like stone, but soon hot-working began (probably as early as the 16<sup>th</sup> century BC) and the decoration technique known as core-forming developed for the production of small vessels and beads. By the end of the Bronze Age, raw glass and glass objects were widely traded, and the scale of this trade is demonstrated by finds such as the wreck of Uluburun (Turkey), which was loaded with over 175 ingots of glass of various colours when it went down.<sup>91</sup>

This earliest glasses were formed by a combination of crushed quartz pebbles, which are a relatively pure source of silica (SiO<sub>2</sub>), the ashes of halophytic plants, which add a metal alkali in the shape of soda (Na<sub>2</sub>O) and potash (K<sub>2</sub>O), and alkaline metals such as lime (CaO) and magnesia (MgO).

In this period, colour was regarded as one of the most important features of glass, and the ability of glass to assume a wide chromatic palette may have been a key contributing factor to its high value.<sup>92</sup> The reasons for this focus on colour are not entirely clear, but some informed guesses may be made. In its earliest forms, glass was seen as a sort of artificial precious stone, and thus its potential to take different colours one of its key features. The raw materials used for glassmaking contain impurities, such as iron, which alter the colour of the resulting glass. In theory, it is possible to produce colourless glass by using exceptionally pure raw materials, such as

<sup>89</sup> Shortland, A. 2001. "Social influences on the development and spread of glass". In A. Shortland (ed) *The Social Context of Technological Change: Egypt and the Near East, 1650-1550 BC*. Oxford: Oxbow: 211-22.

<sup>90</sup> Biavati, A. and M. Verita. 1989. "The glass from Frattesina: a glassmaking centre in the Late Bronze Age". *Rivista della Stazione Sperimentale del Vetro* 4: 295-9; Jackson, C. M. and E. C. Wager. 2008. *Vitreous Materials in the Late Bronze Age Aegean*. Oxford: Oxbow; Angelini, I., G. Artioli, P. Bellintani, V. Diella, M. Gemini, A. Polla and A. Rossi. 2004. "Chemical analyses of Bronze Age glasses from Frattesina di Rovigo, northern Italy". *Journal of Archaeological Science* 31: 1175-84.

<sup>91</sup> Pulak, C. 1998. "The Uluburun shipwreck: an overview". *The International Journal of Nautical Archaeology and Underwater Exploration* 27: 188-224.

<sup>92</sup> Duckworth, C. N. 2012. "Imitation, Artificiality and Creation: The Colour and Perception of the Earliest Glass in New Kingdom Egypt". *Cambridge Archaeological Journal* 22: 309-27.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	32/807



quartz and mineral alkalis, but this can also have undesired effects, such as the absence of lime, which will render glass unstable. A much simpler alternative is the use of decolourants, which offset the effects of the impurities: in antiquity, common decolourants were antimony and manganese, which were probably added in mineral form, such as stibnite ( $\text{Sb}_2\text{S}_3$ ) and pyrolusite ( $\text{MnO}_2$ ).

In the course of the first millennium BC, the original plant-based ashes were replaced by a purer source of alkali based on evaporate minerals rich in soda, such as natron, allowing glass to be produced at a much larger scale, especially in the Mediterranean regions. Similarly, during this period the use of sands for glass making began, perhaps as a result of the use of a purer flux allowing for the silica to melt at lower temperature. This was a less pure source of silica, but this was offset by the fact that it required no crushing before use. This change also witnessed changes in the taste of consumers, with an increased demand for colourless glass, while production techniques were progressively perfected, resulting in increased production. The final leap was taken with the invention of glass-blowing, sometime in the mid-1<sup>st</sup> century BC; this innovation allowed serial production, as well as substantially opening up the typological range of glass vessels. Inert (which means that it did not add flavour to drinks) and translucent, glass became massively popular as tableware, material for transport containers and lighting.<sup>93</sup>

The development of this mass industry, however, did not mean that high-end productions died out; luxury productions continued, in which the emphasis was laid on time-consuming production techniques and strong colourants, the “Lycurgus Cup” being perhaps the most famous example of these.<sup>94</sup> With the shift of the Mediterranean centre of gravity towards Byzantium, glass production underwent a new change. The typological range narrowed once more, but by then glass, not only as

<sup>93</sup> It is probably as a result of this “explosion” of glass use, and the fact that it was an easily recycled material, that most of the texts that we possess from the Classical period are dated to around the period immediately following the invention of glassblowing, as we shall see in Chapter 2. For a recent review of the introduction of glassblowing see 32 Larsson, K. A. 2019. “Cheap, fast good: the Roman glassblowing revolution reconsidered”. *Journal of Roman Archaeology*: 7-22.

<sup>94</sup> Freestone, I., N. Meeks, M. Sax and C. Higgitt. 2007. “The Lycurgus Cup – a Roman Nanotechnology”. *Gold Bulletin* 40: 270-7.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	33/807



tableware (bowls, cups, etc.) but also as a central element in architectural decoration, was firmly established throughout the Mediterranean.<sup>95</sup>

Other important technique developed in the Roman world was casting, which involves setting a sheet of half-molten glass over a mould or cast so that the glass drops adopting the shape of said cast. Afterwards, the inside of the vessel is polished. This technique allowed for the production of highly decorated multi-coloured vessels, for instance the “millefiori” style.<sup>96</sup>

Glass production also underwent significant changes in terms of chemical make up in the early 1<sup>st</sup> millennium BC, and by the 8<sup>th</sup> century BC it is possible to find glass made with mineral alkalis. The best known mineral alkalis are those sourced from the Wadi Natrun, in Egypt, and the resulting glasses are generally much purer than plant-based glasses, because they are not contaminated by significant amounts of potash and magnesia. It is possible that the use of mineral alkalis began in the 2<sup>nd</sup> millennium, but that the low lime content of these glasses made them soluble in water, preventing them being represented in the archaeological record. It seems that most Mediterranean glassmakers solved this low lime content by using lime-rich silica sources, such as beach sand, which carries with it abundant fragments of calcium-rich seashells. In addition to lime, sand brings in other impurities into the glass batch, making the work of the craftsmen harder. For this reason, glass production tended to concentrate around especially pure sand sources, while mineral alkalis were brought from abroad, sometimes over great distances. In this period, therefore, there was a shift away from crushed quartz and plant ashes, which were replaced by coastal sand and mineral alkalis. Both technological traditions, however, presented exceptions, that is, glasses that do not entirely fit this technological scheme, as demonstrated by chemical analysis.

<sup>95</sup> Crowfoot, G. M. and D. B. Harden. 1931. “Early Byzantine and later glass lamps”. *The Journal of Egyptian Archaeology* XVII: 196-205; Isings, C. 1957. *Roman Glass from Dated Sites*. Groningen: Wolters; Antonaras, A. 2008. “Glass lamps of the Roman and Early Christian Period. Evidence from the Thessaoloniki Area”. In C.-A. Roman and N. Gudea (eds) *Trade and Local Production of Lamps from the Prehistory to the Middle Ages. Acts of 2nd International Congress on Ancient and Middle Age Lighting Devices*. Cluj-Napoca: Editura Mega: 23-30.

<sup>96</sup> Tatton-Brown, V. and C. Andrews. 1991. “Before the invention of glassblowing”. In H. Tait (ed) *Five Thousand Years of Glass*. London. British Museum Press: 21-61.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	34/807





### *Methodology.*

One of the things I have tried to achieve in this thesis is to approach glass production from a wide range of methodologies and examining an equally broad range of evidence. As such, I shall be examining archaeological and historical evidence, which shall be given equal weight. Classical archaeological and historical approaches present no major methodological challenge, as they involve a well known approximation to the evidence. These traditional approaches that involve the recovery and typological assessment of glass from archaeological contexts, provides some insight into the uses to which glass was put, the typological repertoire of glass workshops and, in some cases, trade routes and connections, especially concerning high-quality and luxury vessels, the trade of which would have been, despite the risks inherent to a material as fragile as glass, profitable.

It is however, important to mention a series of factors that make the identification of glass furnaces in the archaeological record not quite as straightforward as it might appear, even for people who are familiar with modern archaeological methods. As a matter of fact, not only glassmaking, but industrial activities in general are notoriously elusive in the archaeological record.<sup>97</sup> At any rate, I shall mention a number of elements that we should look for when looking for glass furnace remains, which will then guide us in my interpretation of the archaeological record of medieval Iberia. These factors and features were effectively summarised by Danielle Foy<sup>98</sup>:

- Furnaces: furnaces used for glass-, pottery- and metal-making in the middle ages could be remarkably similar, and the presence of vitrified surfaces is not necessarily a secure guide either, for all these processes are capable of leading to this effect, for instance on the clays with which the interior of many furnaces were lined. The same

<sup>97</sup> Córdoba de la Llave, R. 2014. "Technology, craft and industry". In M. Valor and A. Gutiérrez (eds) *The Archaeology of Medieval Spain. 1100-1500*. London: Equinox: 100.

<sup>98</sup> Foy, D. 2000. "Les indices d'une production de verre: repérages et interprétations". In P. Cressier (ed) *El vidrio en al-Andalus*. Madrid: Casa de Velázquez:11-41. See also Historic England. 2018. *Archaeological Evidence for Glassworking: Guidelines for Recovering, Analysing and Interpreting Evidence*. Swindon: Historic England.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	35/807





applies to vitreous scoria, which is not easy to distinguish from metal scoria and other similar by-products<sup>99</sup>. Of equal importance is the fact that glass workshops witnessed a variety of pyrotechnological activities which involved the use of furnaces, from producing the frit and the actual glass, to blowing it to annealing it,<sup>100</sup> to mention but the most obvious, and not all furnaces were suited for all of these tasks. Unfortunately, furnaces the use of which is obvious are very rare. The vast majority of medieval glass furnaces investigated archaeologically, as we shall see in detail in Chapter 4, are preserved only to foundation level, and little or nothing remains of their superstructure. More often than not we do not have enough evidence to ascertain in what stage of glassmaking activities a given feature was used<sup>101</sup>.

- Other production remains: such as deformed pieces, are often also invoked to call for the presence of a glass workshop, but the abundant examples of deformed glass vessels found in cremation tombs during the Early Empire are clear proof that even a relatively small fire can lead to the deformation of vessels, which can also be the result of accidental fires<sup>102</sup>. Characteristics remains of glass-blowing workshops are drops and threads, sometimes the result of the glassblower testing the flexibility and fluidity of the glass, and sometimes simply small fragments of glass that fall during the blowing process. A special category of these are moils, the “crown” of glass that remains attached to the blowing iron after the main vessel has been detached from it. It is common for these to be mistaken for

<sup>99</sup> Foy, D. 2000. “Les indices d’une production de verre: repérages et interprétations”. In En P. Cressier (ed) *El vidrio en al-Andalus*. Madrid: Casa de Velázquez: 15; 17.

<sup>100</sup> Annealing is the process by which glass is slowly cooled down after blowing, to limit stress to its molecular structure and make glass objects more resistant to thermal shock.

<sup>101</sup> See also Foy, D. 2001. *Le verre medieval et son artisanat en France méditerranéenne*. Paris: CNRS: 147.

<sup>102</sup> Several examples, examined first-hand by me, see Velo-Gala, A., C. Duckworth and D. Govantes-Edwards. In press. “La presencia del vidrio en la necrópolis de la Avd. Llanos del Pretorio 1 y 3, Córdoba”. In *Spal Mongrafías Arqueología*. Sevilla: Universidad de Sevilla.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	36/807



cups or other shapes by non-glass experts.<sup>103</sup> It is, however, important not to forget that, as a result of glass recycling, efficient workshops would make good use of these remains, so sometimes the excavation of glass workshops yields surprisingly small amounts of glass.

- Tools: the most eloquent remains of the presence of glassmaking activity in a given site are the glassmakers tools. Unfortunately some of these are very rare, and the others are quite uncharacteristic. Moulds, either in stone, terracotta or metal, are perhaps among the clearest indications of the presence of a glass workshop, but these are extremely scarce. On the other hand, crucibles, used to contain the fused glass, present the same problem as the furnaces themselves, as the crucibles employed in glassmaking and metallurgy can have identical external features in terms of, for instance, vitrification of the clay, while the differences between the interior of a crucible and that of a roughly vitrified pot is not always obvious. Adding to this is the fact that, as a rule, no specific type of ceramic vase appears to have been favoured by glassmakers, and very often cooking pots and crucibles within a certain cultural milieu are virtually indistinguishable. Concerning metal tools, not only are these also very rare but, with the exception of the blowing iron (a metal tube of indeterminate length), the tools used by glassmakers are extremely simple and could have been used for a host of other purposes. Beginning with the pontil, which is but a metal rod which is attached to the bottom of the vessel for support before the vessel is cracked off the blowing iron, and other instruments such as tongs, scissors, etc. to cut and manipulate the piece while it is being worked, for example, by shaping the mouth or attaching the handles (see Figure 1. 1).

<sup>103</sup> Foy, D. 2000. "Les indices d'une production de verre: repérages et interprétations". In En P. Cressier (ed) *El vidrio en al-Andalus*. Madrid: Casa de Velázquez: 16.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	37/807



It is for all these reasons advisable to read excavation reports carefully, and not to leap to conclusions if only one of the elements that could be revealing the presence of a glass furnace are found. Generally, therefore, it is more prudent to analyse all the elements in close association, trying to determine their mutual contextual relationships not only for the identification of potential glass workshops but for their characterisation.

Moving on to chemical analysis of glass, this is a research avenue that will play a especially prominent role in my arguments (it will be especially important for the arguments put forward in chapters 2, 3 and 6). This will imply examining both published evidence and the data collected in the course of two projects, *The al-Andalus Glass Project*, which I co-directed with Dr Chloë Duckworth (Newcastle University),<sup>104</sup> and the *Production, Circulation and Consumption of Glass in Visigothic Spain Project*,<sup>105</sup> the results of which are largely still in the course of being published. As such, a large proportion of the data presented in the current thesis is still unpublished.

In this section, I shall lay out the methodology followed in the selection, sampling and analysis of the Iberian glass presented. Other methodologies used in the course of our research will be explained in detail where appropriate, but I thought it made more sense to present the methodological basis for our analytical work which, as I say, plays such a central role in my arguments, in the Introduction.

In very basic terms, glass is constituted by three main components, namely silica (SiO<sub>2</sub>), an alkali flux, generally soda (Na<sub>2</sub>O) or potash (K<sub>2</sub>O), and lime (CaO), which acts as an stabiliser of the compound. The silica is the main structural former of the glass, and can be extracted from a variety of sources, such as crushed quartz pebbles or sand (the former are a purer source of silica). The alkali fluxes have the effect of reducing the melting temperature of the silica, which on its own will only melt to temperatures in excess of 1700 °C, temperatures which are pretty much impossible to

<sup>104</sup> This project was funded by The British Academy and Fundación Málaga. The Project was authorised by resolution of the Dirección General de Bienes Culturales on 31 March 2017.

<sup>105</sup> This project has received funding from the Corning Museum of Glass (NY), within the framework of the Rakow Grants Programme.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	38/807



reach in pre-industrial furnaces. The sources of alkali can also be various, such as mineral sources (e.g. natron), and vegetal sources, such as the ashes of halophytic plants (for soda) (e.g. *Salsola kali* and *Salsola soda*) and beech wood and fern ashes (for potash). Lime, which, as noted, acts as a stabiliser, preventing the dissolution of glass in water, can either be incorporated to the glass batch within the sand (crushed seashells), with the plant ashes or added deliberately to the batch in the form of lime. Glasses can typically be worked at temperatures between 1100 and 1200 °C, although the actual melting threshold will be determined by the proportion of alkalis in the mix and the grain size of the raw ingredients.<sup>106</sup>

Most of the ingredients are added to the batch in the form of carbonates, but the carbon volatilises during combustion, leaving the oxides to form the vitreous network. While some glass recipes include ingredients which bear all three main components (e.g. beach sand + plant ash), others (e.g. quartz pebbles + mineral soda), do not, and the glass will either fail, become inviable or be unstable, in order to avoid which the craftsman will have to add lime. In a period with poor depuration techniques, the use of these natural raw materials brought into the batch a large number of impurities, which had an impact on the physical and therefore the working properties of the glass. These impurities, however, are of great use for the researcher of glass chemistry, as I hope will become clear in the remaining chapters.<sup>107</sup>

Whereas the shaping of the glass into manufactured objects can generally be assessed by classic archaeological methods (seriation, typology etc.), the initial or primary fusing of the raw glass needs to be reconstructed by other means. Production areas, although rarely preserved, can offer some information about production practices and the organisation of production,<sup>108</sup> and sometimes even about less conspicuous practices such as glass recycling, but in most cases we shall have to rely on archaeometric techniques.

<sup>106</sup> Govantes-Edwards, D., C. Duckworth and R. Córdoba. 2016. "Recipes and experimentation: the transmission of glassmaking techniques in Medieval Iberia". *Journal of Medieval Iberian Studies* 8: 179.

<sup>107</sup> Govantes-Edwards, D., C. Duckworth and R. Córdoba. 2016. "Recipes and experimentation: the transmission of glassmaking techniques in Medieval Iberia". *Journal of Medieval Iberian Studies* 8: 179

<sup>108</sup> Keller, D. 2005. "Social and economic aspects of glass recycling". In B. Bruhn, D. Croxford and D. Grigoropoulos (eds) *TRAC 2004: Proceedings of the Fourteenth Annual Theoretical Roman Archaeology Conference*. Oxford: Oxbow: 65-7.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	39/807



The chemistry of glass can be measured by a range of analytical techniques. Most of these techniques are based on exposing the glass sample to high energy waves or particles (e.g. electrons, X-rays) and measuring the sample's response. These results are compared with those undertaken on glass standards of known composition, and generally allow us to know the elements that are present in the sample and in what proportions to a high degree of precision. While some techniques measure the bulk composition of samples, others can present us with the isotopic geological make-up of certain elements, which can be useful to provenance the origin of the geological sources of the raw materials used.<sup>109</sup>

As with most archaeological materials, the efficiency of these techniques is affected by various caveats. First, and obviously, glass is a very fragile and brittle material, which does not always survive well in the archaeological record. All archaeological materials are subject to taphonomic processes (depositional and post-depositional) that can affect their physical and chemical properties, and thus their value as reliable evidence. Importantly, these techniques must only be used with samples which come from sealed and well-dated contexts, or their value as evidence becomes void. Also, it is a highly mobile material, and there is no guarantee that a piece found in a given geographical setting was not produced elsewhere and centuries earlier. As such, context becomes a vital concept, and as many samples from as many reliable contexts should be considered in order to ensure maximum representativeness.

As noted, there is a wide array of techniques that may be used to measure the chemistry of glass. Some of these techniques are assisted by scanning electron microscopes (SEM) and electron microprobes (EMPA), which make use of dispersed X-ray electron energy (EDX or WDX). This allows for the measurement of all major and minor elements (that is, all elements present in the sample above 0.1% weight), and the formation of compositional groups based on the raw materials used (plant ash, sodium oxide, colourants, etc.).<sup>110</sup> These techniques can also be combined with image-

<sup>109</sup> Pollard, M. and C. Heron. 2008. *Archaeological Chemistry*. 2<sup>nd</sup> ed. Cambridge: The Royal Society of Chemistry.

<sup>110</sup> Sayre, E. V. and R. W. Smith. 1961. "Compositional categories of ancient glass". *Science* 133: 1824-6; Brill, R. 1967. "Lead isotopes in ancient glass". In *Annales du 4e Congrès Internationale des 'Journées*

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	40/807



processing techniques. These techniques can provide essential information to understand the basics of glass production, and should also be carried out before resorting to more specialised methods.<sup>111</sup>

These include inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) in its various variants. These technique allows us to know the ratio of trace elements (those present in the sample below 0.1% weight, although results are generally presented as parts per million), and therefore a more detailed perspective on the raw materials used.<sup>112</sup> The analysis of trace elements may also be of use for provenancing glass (or rather, of the ingredients used for its production), although in this case isotope analysis can be more effective. Such techniques as thermal ionisation mass spectrometry (TIMS) allow us to measure certain isotopes present in the glass, which can point to specific geological origins for the raw materials. To date, this technique has been most widely applied to sands,<sup>113</sup> sodium oxide,<sup>114</sup> and colourants.<sup>115</sup> Other specialised techniques can be used to deal with issues related to specific assemblages,

---

*Internationales du Verre*". Liege: Association Internationale pour l'Histoire du Verre: 255-61; Henderson, J. 1985. "The raw materials of early glass production" *Oxford Journal of Archaeology* 4: 267-91; Henderson, J. 1988. "Electron probe microanalysis of mixed-alkali glasses". *Archaeometry* 30: 77-91; Brill, R. H. 1999 *Chemical Analyses of Early Glasses. Volumes 1 and 2*. Corning, NY: The Corning Museum of Glass.

<sup>111</sup> Govantes-Edwards, D., C. Duckworth, R. Córdoba, L. Aparicio and C. Camacho. 2014. "El vidrio andalusí y su composición química: primeros resultados y posibilidades de estudio". *Boletín de Arqueología Medieval* 18: 31-49.

<sup>112</sup> Shortland, A., N. Rogers, and K. Eremin. 2007. "Trace element discriminants between Egyptian and Mesopotamian Late Bronze Age glasses". *Journal of Archaeological Science* 34: 781-9.

<sup>113</sup> Freestone, I., K. Leslie, M. Thirwall and Y. Gorin-Rosen. 2003. "Strontium isotopes in the investigation of early glass production: Byzantine and Early Islamic glass from the Near East". *Archaeometry* 45: 19-32.

<sup>114</sup> Henderson, J., J. A. Evans, H. Sloane, M. Leng and C. Doherty. 2005. "The use of oxygen, strontium and lead isotopes to provenance ancient glasses in the Middle East". *Journal of Archaeological Science* 32: 665-73; Barkoudah, Y. and J. Henderson. 2006. "Plant ashes from Syria and the manufacture of ancient glass: ethnographic and scientific aspects". *Journal of Glass Studies* 48: 297-321; Henderson, J., J. A. Evans and K. Nikita. 2010. "Isotopic evidence for the primary production, provenance and trade of Late Bronze Age glass in the Mediterranean". *Mediterranean Archaeology and Archaeometry* 10: 1-24.

<sup>115</sup> Brill, R. 1967. "Lead isotopes in ancient glass". In *Annales du 4e Congrès Internationale des 'Journées Internationales du Verre*". Liege: Association Internationale pour l'Histoire du Verre: 255-61; Shortland, A. 2006. "Application of lead isotope analysis to a wide range of Late Bronze Age Egyptian materials". *Archaeometry* 48: 657-69.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	41/807



for instance transmission electronic microscopes (TEM)<sup>116</sup> or TOF-SIMS (Time-Of-Flight Secondary Ion mass spectrometry,<sup>117</sup> used to identify opacifiers.

The step-by-step followed in our methodology was as follows:<sup>118</sup>

The samples used were very small (between 2 and 4 mm in diameter), so the analytical procedure can be regarded as microdestructive. The samples were taken from the following museums and institutions: Museo Arqueológico de Córdoba; Servicio de Arqueología de la Gerencia Municipal de Urbanismo de Córdoba; Conjunto Arqueológico de Madinat al-Zahra (Córdoba); Excavaciones del yacimiento de Torreparedones (Baena, Córdoba); Museo Arqueológico de Sevilla; Museo Municipal de Carmona (Seville); Museo Histórico Municipal de Écija (Seville); Museo Arqueológico Municipal de Jerez de la Frontera (Cádiz); Museo Municipal de Algeciras (Cádiz); Museo Arqueológico de Estepona (Málaga); Servicio de Arqueología de la Gerencia Municipal de Urbanismo de Málaga; Excavación del yacimiento de la c/Albert Camus (Málaga); Museo de Jaén; Patronato de la Alhambra y el Generalife (Granada); Departamento de Historia Medieval, Universidad de Granada; Escuela de estudios Árabes, CSIC (Granada) Museo de Almería; Museo Arqueológico de Cartagena (Murcia); and Museo Arqueológico Regional de Murcia, Centro de Ciencias Humanas y Sociales, CSIC (Madrid).

After the samples had been selected and before they were extracted by using pliers, they were photographed and described in a sample sheet. These samples were placed in individual bags and labelled. A signed copy of the recording sheets were left in the museums and institutions as a receipt.

Following this, the samples were mounted in Buehler cold resin circular moulds (25 mm in diameter) (see Figure 1.2), and polished with a Buehler Beta Grinder Polisher working between 150 and 200 rpm. The polishing process is divided into several steps:

a) SIC sandpaper, 10'' (superfine P800 and P12000, and ultrafine P2500 grain).

<sup>116</sup> Barber, B. J. and I. Freestone. 1990. "An investigation of the origin of the colour of the Lycurgus Cup by analytical Transmission Electronic Microscopy". *Archaeometry* 32: 33-45.

<sup>117</sup> Duckworth, C., J. Henderson, F. Rutten and K. Nikita. 2012. "Opacifiers in Late Bronze Age Glasses: the use of ToF-SIMS to identify raw ingredients and production techniques". *Journal of Archaeological Science* 39: 2143-52.

<sup>118</sup> Duckworth, C. 2016. *Proyecto de análisis químico de vidrios antiguos y medievales*. Proyecto de Intervención Inédito.



b) Buehler PSA, 10'' Texmel treated with Buehler Metadi Supreme Polycrystalline Diamond Suspension between 6 and 3  $\mu\text{m}$ .

c) Buehler microcloth PSA, 10'' treated with Buehler Metadi Supreme Polycrystalline Diamond Suspension between 1 and 0.25  $\mu\text{m}$ .

d) Suspension in non-crystalline colloidal silicium bath (with the polisher working at 60 rpm).

After each step, all samples were subject to a sonic bath cleaning. After polishing, the samples received a carbón coating to avoid charges during analysis, for wich an Emitech K550X coater was used.

The samples were subject to quantitative chemical analysis for the identification of major elements. In this first round of analysis, the samples were put under an electron scanning microscope and an electro microprobe (EMPA). The microprobe fires a beam of electrons towards the sample and measures the sample's response (see above), which allows us to identify what elements are present in the sample and in what proportion (results are presented as wt. %). The analyses can be repeated and are destructive only on a microscopic level.

The EMPA analyses were carried out in two different laboratories: the Archaeology of Materials Laboratory (University of Nottingham) (Dr Edward Faber) (only those samples the results of which were published by Duckworth and co-workers<sup>119</sup> and Duckworth and Govantes-Edwards<sup>120</sup>), and the Research Laboratory for Archaeology and the History of Art (University of Oxford) (Dr Victoria Smith). In both cases, the equipment used was a JEOL-8600 wave disperser electro microprobe with 15 kV accelerating voltage, 7 nA current and 10  $\mu\text{m}$  diameter beam. Peak counting times were 20 s for Ca and K, 30 s for Si, Al and Mg, 40 s for Fe, 50 s fir Cl, Mn abd Ob, 60 s for Sn and Sb, and 8 s for P and Cu. The equipment was calibrated and quantified using a range of mineral standards, and the accuracy of the analyses was verified by using different Corning reference glasses.

<sup>119</sup> Duckworth, C., R. Cordoba de la Llave, E.W. Faber, D.J. Govantes Edwards and J. Henderson. 2015. "Electron microprobe analysis of 9th-12th century Islamic glass from Cordoba, Spain". *Archaeometry* 57, 1: 27-50.

<sup>120</sup> Duckworth, C. and D. Govantes-Edwards. In press. "Glass production in al-Andalus: new chemical data from Malaga". In J. L Rider and R. Córdoba (eds) *Proceedings of Conference Technical Knowledge in Europe. 2015*.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	43/807





The results will be displayed as a percentage in weight, followed by the chemical formula of the compound in question (for instance, 1% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, to express that 1% of the total weight of the sample is made up of iron oxide).

In a second stage of chemical analyses, the samples were subject to Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (LA-ICP-MS). This technique uses mass spectrometry to investigate the chemical composition of a given sample based on the differences in mass of the different elements in the periodic table. In this technique, the samples are first subject to laser ablation, before being bombarded by a high-energy plasma beam (up to 9000 °K), which breaks the molecular bonds in the area under analysis. The atoms liberated by the plasma emission then pass through an argon-filled tube and the mass spectrometer, which measures them. The technique is highly accurate, and is able to measure trace elements. Since trace elements are introduced in the glass as impurities, their intentional use can for the most part be safely discarded, the technique being useful to provenance raw materials and detect activities such as recycling. In general, the results are presented in parts per million (ppm).

The LA-ICP-MS analyses were undertaken at the laboratory of the British Geological Survey in Keyworth (Nottinghamshire) (Dr Simon Chenery), using a NewWave FX 193 mm excimer laser with integral microscope and ablation cell coupled to an Agilent 7500c series ICP-MS using an argon glass flow. It was calibrated with SRM610 glass standards and the quality of the results was assessed with SRM612 and Corning glass standards.

Internal calibration of the ICP-MS data was obtained by comparison with SiO<sub>2</sub> EMPA results. EMPA data was used for the examination of major and minor elements and LA-ICP-MS data for trace elements. In some cases, owing to the high lead content of some of our samples, it was necessary to detract the lead content and normalise the remaining elements to 100%.

The LA-ICP-MS results are expressed as parts per million (ppm), followed by the chemical symbol of the element in question (for instance, 100 ppm Co, to express that of every million atoms volatilised by the laser ablator, 100 correspond to cobalt). In

order to simplify the presentation of some results, some ppm results were converted into oxides following a conversion table presented in Appendix 2.

Initially, the results were analysed with multivariate statistical software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), in order to establish major differences between samples. Specifically, the multivariate method Principal Components Analysis was used; this method aims to isolate those variables with a higher degree of variance. This involves the linear transformation of pairwise non-correlated variables.<sup>121</sup>

The results of this Principal Component Analysis will be refined with data-managing software Microsoft Excel, which allow for the productions of bivariate plots.

<sup>121</sup> Baxter, M. J. 1995. "Standardisation and transformation in Principal Component Analysis with applications to archaeometry". *Applied Statistics* 44: 513-27.

## **Capítulo 2.**

### **La producción de vidrio en la Península Ibérica en época tardorromana y visigoda/sueva.<sup>1</sup>**

#### *Historiografía.*

Como comentábamos en la introducción, la producción de vidrio en la Península Ibérica en la Antigüedad y la Edad Media ha recibido poca atención por parte de arqueólogos e historiadores, y las épocas tardorromana y visigoda/sueva no son ninguna excepción. Aunque existen ya abundantes trabajos acerca de cuestiones tipológicas, en las que imperan concepciones arqueológicas clásicas, en lo que se refiere a los aspectos productivos nuestra información es escasa y de calidad desigual.

En realidad, esta desigualdad no es exclusiva de los aspectos productivos, sino que se extiende también a aquellas parcelas de la investigación a las que se ha prestado atención preferente. Así, aunque contamos con numerosos repertorios tipológicos de yacimiento<sup>2</sup>, son pocas las zonas sobre las que existen *corpora* más o

<sup>1</sup> Muchos de los argumentos presentados en el presente capítulo pueden encontrarse en Govantes-Edwards, D.; A. Gómez de la Torre, C. Duckworth y L. Olmo. 2020. "Smoke signals: the social dimension of glass production in Visigothic Iberia". En A. Hodgkinson y C. Lelek Tvetmarken (eds.), *Approaches in the Analysis of Production at Archaeological Sites*. Oxford: Archaeopress: 50-64.

<sup>2</sup> Por mencionar sólo algunos casos especialmente significativos: Alarcão, J. y A. Alarcão. 1965. *Vidros romanos de Conimbriga*. Coimbra: Museo Monográfico de Conimbriga; Alarcão, J. 1976. *Fouilles de Conimbriga. Vol. 6 Ceramiques diverses et verres*. Paris: E. de Boccard; Price, J. 1981. *Roman Glass in Spain*. Tesis doctoral inédita. University of Wales; Fuentes, A. 1989. *La necropolis tardorromana de Albalate de las Nogueras (Cuenca) y el problema de las denominadas "Necrópolis del Duero"*. Cuenca: Excma. Diputación de Cuenca; Fuentes, A. 1990. "Los vidrios de las 'Necrópolis de La Meseta'. Ensayo preliminar de clasificación". *CuPAUAM* 17: 169-202; Enrich, J. J. Enrich y L. Pedraza. 1995. *Vilaclara de Castellfollit del Boix (El Bages) Un assentament rural de l'antiguitat tardana*. Igualada: Arqueoanoia; Nolla, J. M. 1998. "Els objectes de vidre del Puig de les Muralles (Puig Rom, Roses)". *Empúries* 51: 237-49; Azkárte, A. 1999. *Necrópolis tardoantigüa de Aldaieta (Nanclares de Gamboa, Álava). Volumen 1. Memoria de la excavación e inventario de los hallazgos*. Álava: Diputación Foral de Álava; Torrecilla, A. 1999. "Los vidrios romanos de la villa de El Saucedo (Talavera la Nueva, Toledo)". En T. Hauschild, M. Justino, V. Mantas, T. Nogales y A. Orejas (eds) *3º Congreso de Arqueología Peninsular*. Oporto: ADECAP: 361-94; Ortiz, M. E. 2001. *Vidrios procedentes de la provincia de Zaragoza: el Bajo Imperio Romano*. Zaragoza: Museo de Zaragoza; Requejo, O. 2001. "Primera necrópolis tardía en el territorio de los Astures Transmontani: el yacimiento de Paredes, Siero (Principado de Asturias, España)". *3er Congreso de Arqueología Peninsular. Actas. Vol 6*. Oporto: Associação para o Desenvolvineto da Cooperação em Arqueologia Peninsular: 513-26; Xusto, M. 2001. *O vidro provincial galaicorromano*. Vigo: Servicio Publicacións. Universidade de Vigo; Antunes, S. 2000. "A oficina vítrea de Parreitas: Contributo para o conhecimento da produção de vidro na Lusitânia durante a Antiguidade Tardia". En *A região de Alcobça na época romana. A estação arqueológica de Parreitas (Bárrio)*. Alcobça: Municipio de Alcobça: 156-330; Abasolo, J. A., J. Cortés y F. J. Marcos. 2004. *Los recipientes de vidrio de las*



menos sistemáticos, siendo las dos excepciones más claras el sureste peninsular, donde contamos con la abundante producción de María Dolores Sánchez de Prado<sup>3</sup>, y el noroeste, con el trabajo desarrollado fundamentalmente por Manuel Xusto y Mario da Cruz<sup>4</sup>. No obstante, incluso en aquellas zonas en las que la exploración tipológica ha sido más completa, seguimos encontrando importantes limitaciones, que menoscaban la validez de la misma.

Quizás, los problemas más evidentes sean:

a) Una excesiva dependencia de repertorios tipológicos generales ya anticuados y cuya validez para la Península Ibérica resulta cuanto menos cuestionable, a pesar de lo que son empleados de forma acrítica e indiscriminada<sup>5</sup>;

*Necrópolis de La Olmeda*. Palencia: Diputación de Palencia; Vázquez, M. A. y J. M. Caamaño. 2004. "Estudio del vidrio hallado en la villa romana de Toralla (Coruxo, Pontevedra) durante las campañas de 1992 y 1993. Catálogo de Piezas". *Gallaecia* 23: 85-116; Uscatescu, A. 2004. "El vidrio romano y tardoantiguo del sector denominado Casal de Iesso (Guissona, Lérida). Campaña de 1999". En A. Fuentes (ed) *Jornadas sobre el vidrio en la España romana*. La Granja. Fundación Centro Nacional del Vidrio: 33-60; Lara Vives, G., J. García Guardiola, E. López Seguí, C. Rizo Antón y M. D. Sánchez de Prado. 2007. "Nuevas evidencias de la ocupación de Benalua (Alicante) durante los siglos VI-VII d. C.". *MARQ. Arqueología y Museos* 2: 49-81; Ronda-Femenía, A. M., A. Martínez Carmona, F. Sala-Sellés, J. M. Abascal Palazón, M. D. Sánchez de Prado, S. Alemany y P. Martínez Mora. 2007. "La vida económica". En J. M. Abascal, R. Cebrián, A. M. Ronda-Femenía y F. Salas (eds) *Baños de la reina (Calpe, Alicante): un vicus romano a los pies del Peñón de Ifach*. Calpe: Ayuntamiento de Calpe: 121-70; Marcos, F. J., F. J. Moreda y R. Serrano. 2011-2012. "Palacio de los Águila (Ávila): un testar en la producción del horno de vidrio del convento de los padres Paúles". *BSAA Arqueología LXXVII-LXXVIII*: 291-334; Sánchez de Prado, M. D. 2014. "La producción de vidrio en Valentia. El taller de la Calle Sabaters". *Lucentum XXXIII*: 215-42; Gómez de la Torre, A. 2017. *El vidrio en la submeseta sur en época visigoda, siglos VI y VII. Tipología, producción y uso en ámbitos urbano y rural*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Alcalá de Henares; Sánchez, M. D. 2018. *La vajilla de vidrio en el ámbito suroccidental de la Hispania romana*. Alicante: Publicacions Universitat d'Alacant.

<sup>3</sup> Ver Sánchez, M. D. 2018. *La vajilla de vidrio en el ámbito suroccidental de la Hispania romana*. Alicante: Publicacions Universitat d'Alacant, para bibliografía anterior.

<sup>4</sup> Ver especialmente Xusto, M. 2001. *O vidro provincial galaicorromano*. Vigo: Servicio Publicacións. Universidade de Vigo, y da Cruz, M. 2009. *O Vidro Romano no Noroeste Peninsular. Um Olhar a partir de Bracara Augusta*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Braga.

<sup>5</sup> Ejemplos notables incluyen Morin-Jean. 1922. *La verrerie en Gaule sous l'Empire Romain*. París: Sté de propagation des livres d'Art; Isings, C. 1957. *Roman Glass from Dated Sites*. Groninga: Wolters; Hayes, J. 1975. *Roman and pre-Roman Glass in the Royal Ontario Museum*. Ontario: Royal Ontario Museum; Saldern, A. von. 1980. *Ancient and Byzantine Glass from Sardis*. Corning, NY: Corning Museum of Glass; Tatton-Brown, V. A. 1984. "The glass". En H. R. Hurst y S. P. Roskams (eds) *Excavations at Carthage: the British Mission, Volume I, 1*. Sheffield: The British Academy: 194-212; Foy, D. 1995. "Le verre de la fin du I<sup>er</sup> au VIII<sup>e</sup> siècle en France méditerranéenne. Premier essai de typo-chronologie". En D. Foy (ed) *Le verre de l'Antiquité Tardive et du Haut Moyen Age. Typologie-Chronologie-Diffusion*, Guiry-en-Vexin: 187-242. El caso de la tipología de Isings resulta especialmente flagrante. Es una obra de referencia omnipresente, a pesar de que en su introducción, la propia autora excluía de forma explícita la Península Ibérica de su análisis. Ver también unas interesantes reflexiones en Da Cruz, M. 2011. "Fragmentos de vidro. Fragmentos da memória". *Cultura, Espaço & Memória* 2: 83-94. En muchas ocasiones, además, los repertorios proceden de colecciones museísticas, y desconocemos el origen y el contexto de las piezas tratadas.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPXS4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPXS4NM	Página	47/807



b) Una acusada tendencia al solipsismo tipológico: es muy común que los repertorios de yacimientos sean presentados sin referencia a sus contextos arqueológicos y que las dataciones se limiten a los derivados de paralelos que resultan del uso de los repertorios a los que nos referíamos en el punto anterior. Esto tiene como resultado la presentación de cronologías excesivamente amplias y por ello de escasa utilidad, cuando no completamente erróneas<sup>6</sup>;

c) La nula proyección interpretativa de estos estudios: por lo general, estos repertorios se limitan a hacer una descripción, en ocasiones muy prolija, de las características tipológicas de las piezas de vidrio, pero sin que de ellas se extraigan conclusiones sociales de ningún tipo (por ejemplo, transformaciones en las costumbres funerarias o en las prácticas de comensalidad)<sup>7</sup>.

Como resultado, las valoraciones generales que se hacen sobre la producción (y consumo) del vidrio en la Península Ibérica entre los siglos IV y VII resultan vagos en el mejor de los casos, y a veces se limitan a reproducir con gran exactitud las desarrolladas para otras regiones de nuestro entorno, como el sur de Francia o Italia<sup>8</sup>. Además, estas interpretaciones se imbrican en narrativas clásicas cuya vigencia lleva largo tiempo siendo cuestionada, siendo quizás el caso más llamativo el de la decadencia que seguiría a la disolución del Imperio Romano de Occidente, que se traduciría, de acuerdo con estas narrativas, en una simplificación generalizada de los modos de vida y la cultura material, una vez que la influencia del sofisticado imperio romano dejó de hacerse sentir. Esto también se reflejaría en la decadencia de las estructuras urbanas en general, una cuestión que se encuentra en pleno periodo de

<sup>6</sup> Muchos trabajos, por otro lado, a pesar de las evidentes diferencias existentes entre ambos materiales, han asumido erróneamente que las tipologías de vidrio tienen la misma validez como fósil director que las cerámicas: e.g. Caldera de Castro, M. P. 1983. "El vidrio romano emeritense". *Excavaciones Arqueológicas en España. Augusta Emerita I*: 11. Haciendo esta advertencia: Foy, D. 1995. "Le verre de la fin du IVe au VIIIe siècle en France méditerranéenne. Premier essai de typo-chronologie". En D. Foy (ed) *Le verre de l'Antiquité Tardive et du Haut Moyen Age. Typologie-Chronologie-Diffusion*, Guiry-en-Vexin: 187.

<sup>7</sup> Cool, H. E. M. y M. J. Baxter. 1999. "Peeling the onion: an approach to comparing vessel glass assemblages". *Journal of Roman Archaeology* 12: 72-100; Ortiz, M. E. 2001. "Significado y funcionalidad del vidrio antiguo" En T. Carreras y I. Domenech (eds) *I Jornades Hispàniques d'història del vidre*. Barcelona: Museu d'arqueologia de Catalunya: 24.

<sup>8</sup> Comparar, por ejemplo, las conclusiones en Sánchez de Prado, M. D. 2009. "La vajilla de vidrio durante la antigüedad tardía en el *Conventus Carthaginensis*" *BSAA Arqueología* LXXV: 159-200 y Sagui, L. 1993. "Produzioni vetrarie a Roma tra tardo-antico e alto medioevo". En L. Paroli y Paolo Delogu (eds) *La Storia economica di Roma nell'alto Medioevo alla luce dei recenti scavi archeologici*. Florencia: Edizioni All'Insegna del Giglio: 113-36.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	48/807



reformulación, una vez que el paradigma de la ciudad clásica como único indicador de vitalidad urbana ha sido cuestionado<sup>9</sup>.

Por otro lado, el desequilibrio al que hacíamos referencia con anterioridad también se refleja en la desigual atención prestada al periodo tardorromano y visigodo. Mientras que el primero ha suscitado la atención de un cierto número de especialistas (con más o menos éxito), el segundo ha sufrido en gran medida el ostracismo al que los estudios visigodos en general se vieron sometidos tras la derrota de la Alemania Nazi en 1945, ya que antes, durante los primeros años 40 del siglo XX, vivieron un breve momento de esplendor como consecuencia directa de los estrechos lazos entre el régimen franquista y Alemania<sup>10</sup>. De este modo, mientras es posible encontrar obras en las que se trata de hacer una síntesis más o menos articulada del consumo de vidrio en la Península Ibérica durante la tardorromanidad, aquellas que hacen lo propio en referencia al reino visigodo y suevo son mucho más escasas, limitándose el trabajo existente a catálogos de yacimientos, casi todos ellos necrópolis, y a los intentos de seriación tipológica protagonizados por Blanca Gamo<sup>11</sup>, y que en cualquier caso resultan del todo insuficientes.

Centrándonos en los aspectos productivos, encontramos dos problemas fundamentales. Por un lado, un obstáculo que va a hacerse extensivo a la Alta y la Baja Edad media como es la gran fragmentación del trabajo arqueológico de campo, definido por una gran atomización administrativa. Esto se refleja en la dispersión y escasa publicidad de los hallazgos, que en muchos casos se quedan sin publicar, siendo necesario recurrir a informes de excavación a menudo difícilmente accesibles. Como resultado, nos encontramos con que la mayoría de los autores que hacen consideraciones sobre la producción de vidrio carecen de una idea clara de la cantidad

<sup>9</sup> Olmo, L. 1991. "El reino visigodo de Toledo y los territorios bizantinos. Datos sobre la heterogeneidad de la Península Ibérica". *Coloquio Hispano-Italiano de Arqueología medieval*. Granada: Patronato de la Alhambra y el Generalife: 189; Martínez Jiménez, J., I. Sastre de Diego y C. Tejerizo García. 2018. *The Iberian Peninsula Between 300 and 850. An archaeological perspective*. Amsterdam: Amsterdam University Press.: 161.

<sup>10</sup> Tejerizo, C. 2016. "Arqueología y nacionalismo en (el) movimiento: apuntes sobre la arqueología de época visigoda durante el Segundo franquismo". *ArqueoWeb* 17: 150.

<sup>11</sup> Gamo, B. 1995. "Vidrios de época visigoda en España: una aproximación". En D. Foy (ed) *Le verre de l'Antiquité tardive et du haut moyen âge. Typologie – Chronologie – Diffusion*. Musée Archeologique Departemental Du Val D'oise: 301-17; Gamo, B. 2010. "Un material frágil y olvidado. El estudio del vidrio de época visigoda en Hispania". *Zona Arqueológica* 11: 477-487.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	49/807



de contextos arqueológicos de producción conocidos en la Península Ibérica hasta la fecha, lo que, necesariamente, les impide apreciar con claridad la escala de este sector productivo en cada momento.

Segundo, y esto resulta especialmente grave, en muchas ocasiones se hacen interpretaciones sobre la producción de vidrio que delatan un conocimiento imperfecto, cuando no erróneo, de las técnicas de producción de vidrio durante el periodo. Esto ocurre incluso cuando se plantean estudios arqueométricos con técnicas de reconocida solvencia<sup>12</sup>, cuyos resultados son interpretados sin tener en cuenta el enorme progreso que se viene haciendo en los últimos años para definir grupos y pautas composicionales y productivas en la Antigüedad Tardía y los primeros siglos de la Edad Media. Quizás, un breve ejemplo puede resultar ilustrativo de este problema.

Los estudios arqueométricos realizados sobre materiales tardorromanos encontrados en la provincia de Zaragoza<sup>13</sup> y en el llamado “abocador de vidrio de Vila-Roma”,<sup>14</sup> en Tarragona, que volveremos a visitar más adelante, arrojaron unos resultados que los sitúan de forma clara dentro de pautas composicionales y técnicas identificadas en este periodo a lo largo y ancho de la cuenca mediterránea. Una conclusión aceptada de forma generalizada es que la inmensa mayoría del vidrio producido con anterioridad al siglo IX hacía uso de fundentes de origen mineral, con toda probabilidad natrón, unas concreciones salinas naturales cuya fuente más probable son las lagunas salobres de Wadi Natrun<sup>15</sup>.

<sup>12</sup> En ocasiones estas técnicas son empleadas por no especialistas que desconocen los protocolos analíticos específicos al vidrio. La aplicación estricta de estos protocolos es fundamental para que los resultados resulten fiables, como por ejemplo el uso de los estándares adecuados. En ocasiones esto lleva a la publicación de resultados del todo inverosímiles, incluidos vidrios que resultan químicamente inviables. Ejemplos de ello son: Gómez-Tubío, B., M. A. Ontalba, I. Ortega-Feliu, M. A. Respaldiza, F. Amores, D. González-Acuña. 2006. “PIXE-PIGE analysis of late Roman glass fragments”. *Nuclear Instrument and Methods in Physics Research B* 249: 616-621; García, R., I. de Soto y M. I. Rucandio. 2015. “Vidrios romanos de Bracara Augusta (Portugal): análisis arqueométrico”. *Espacio, Tiempo y Forma. Serie I. Prehistoria y Arqueología* 7: 239-255.

<sup>13</sup> Ortiz, M. E. 2001. *Vidrios procedentes de la provincia de Zaragoza: el Bajo Imperio Romano*. Zaragoza: Museo de Zaragoza.

<sup>14</sup> Benet, C. y E. Subias. 1989. *Un abocador del segle V d. C. en el Fòrum Provincial de Tàrraco*. Tarragona: TED'A.

<sup>15</sup> Freestone, I. 2006. “Glass production in Late Antiquity and the Early Islamic period: a geochemical perspective”. *Geological Society, London. Special Publications* 257: 204. Rehren, T. y I. Freestone. 2014. “Patterns in Glass Use in the Roman and Byzantine Worlds: A Report on Current Research at the Institute of Archaeology and UCL Qatar”. In *Archaeology International* 17: 74-8.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	50/807





Sin embargo, los resultados de las muestras de Zaragoza y Tarragona son interpretadas bajo la premisa del uso de fundentes de origen vegetal, en concreto las cenizas de plantas halófitas como por ejemplo las salicornias<sup>16</sup>. Una de las características de los vidrios producidos con fundentes de origen vegetal, como veremos con mayor detalle más adelante, es la presencia de unas concentraciones relativamente altas de óxido de magnesio (MgO) y de óxido de potasio (K<sub>2</sub>O), que en los vidrios producidos con ceniza mineral raramente pasan del 1,5% de concentración en masa<sup>17</sup>, como en el caso de los vidrios de Zaragoza y Tarragona, en el que estas variables apenas superan por poco el 1% en un puñado de casos.

Este ejemplo sirve también para ilustrar una tendencia bastante generalizada a identificar producción primaria de vidrio (ver Capítulo 1), en la Península Ibérica entre los siglos IV y VIII. Las investigaciones a nivel mediterráneo a las que hacíamos referencia con anterioridad no sólo han concluido la absoluta preponderancia de vidrios producidos con fundente mineral durante este periodo, sino que también han establecido con bastante certeza que la producción primaria de la práctica totalidad del vidrio, si no todo (ver *infra*), consumido en el Mediterráneo y Europa durante este periodo se producía en un grupo reducido de localizaciones repartidos entre la costa Sirio-Palestina y el Delta del Nilo, lugares no sólo de gran tradición vidriera, sino para los que el abasto del esencial natrón resultaba especialmente fácil<sup>18</sup>. Estas conclusiones han sido recientemente confirmadas por estudios isotópicos orientados a la identificación de las arenas utilizadas como fuente de silicio.<sup>19</sup> Así, el vidrio bruto sería producido en enormes hornos-tanque (en ocasiones produciéndose bloques de

<sup>16</sup> Rius, F. X., M. S. Larrechí, C. Benet, E. Subías, D. L. Massart y A. Thielemans. 1989. "The application of multivariate techniques to data from Spanish glass-making objects from the Roman era". *Annalytica Chimica Acta* 225: 76; Paz, J. A. y M. Ortiz. 2004. "El vidrio romano en el valle medio del Ebro (Provincia de Zaragoza)". En A. Fuentes (ed) *Jornadas sobre El vidrio en la España Romana*. Cuenca: 136.

<sup>17</sup> Degryse, P.; R. Scott y D. Brems. 2014. "The archaeometry of ancient glassmaking: reconstructing ancient technology and the trade of raw materials". *Perspective* 2: 228.

<sup>18</sup> Freestone, I. 2006. "Glass production in Late Antiquity and the Early Islamic period: a geochemical perspective". *Geological Society, London. Special Publications* 257: 211.

<sup>19</sup> Ganio, M., S. Boye, T. Fenn, R. Scott, S. Vanhouste, D. Gimeno y P. Degryse. 2012. "Roman glass across the Empire: an elemental and isotopic characterization". *J. Anal. At. Spectrom* 27: 750; Brems, D., M. Ganio, K. Latruwe, L. Balcaen, M. Carremans, D. Gimeno, A. Silvestri, F. Vanhaeke, P. Muchez y P. Degryse. 2013. "Isotopes on the Beach. Part 1. Strontium Isotope Ratio as a Provenance Indicator for Lime Raw Materials Used in Roman Glass-Making". *Archaeometry* 55: 231; Brems, D., M. Ganio, K. Latruwe, L. Balcaen, M. Carremans, D. Gimeno, A. Silvestri, F. Vanhaeke, P. Muchez y P. Degryse. 2013. "Isotopes on the Beach. Part 2. Neodymium Isotopic Analysis for the Provenancing of Roman Glass-Making". *Archaeometry* 55: 461.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	51/807





varias toneladas de peso. Ver Figura 2.1), para ser después fragmentado y repartido a los hornos de soplado por medio del comercio de larga distancia<sup>20</sup>. Ningún horno de estas características ha sido identificado en la Península Ibérica, ni el resto de la documentación arqueológica o composicional permite inferir la posibilidad de que el vidrio consumido en la Península Ibérica fuese producido a partir de las materias primas en talleres locales (ver *infra*).

No obstante, la literatura sobre la producción de vidrio en la Península Ibérica en época tardorromana y alto medieval se encuentra perlada de referencias a producción primaria de vidrio que, no obstante, pueden ser descartadas<sup>21</sup>.

De cualquier manera, es necesario recordar que en los últimos años se han hecho considerables esfuerzos por incrementar nuestros conocimientos acerca de la composición química del vidrio producido y consumido en la Península Ibérica entre los siglos IV y VII, y existe ya un puñado de estudios publicados en este sentido (ver *infra*). También es cierto que dichos estudios se han ocupado, en la mayor parte de los casos, de yacimientos aislados y han carecido de un hilo conductor claro, lo que ha impedido que los resultados hayan sido interpretados de forma integrada. Además, buena parte de estos estudios se concentran en los siglos IV y V, siendo los resultados disponibles para los siglos VI y VIII más escasos, y que muchas veces la interpretación se ha centrado más en cuestiones de conservación que de interpretación histórica, pero contamos ya con una base más o menos sólida a partir de la que empezar a construir nuestras conclusiones.

Finalmente, es necesario hacer otra puntualización general, que tiene considerables implicaciones para la interpretación de la evidencia disponible. Como norma, las interpretaciones de fenómenos tanto de producción como de consumo de

<sup>20</sup> Freestone, I. 2006. "Glass production in Late Antiquity and the Early Islamic period: a geochemical perspective". *Geological Society, London. Special Publications* 257: 202. Para el transporte no sólo de vidrio en bruto sino de vidrio fragmentado para su reciclaje, ver: Fontaine, S. D. y D. Foy. 2007. "L'épave Ouest-Embiez 1, Var : le commerce maritime du verre brut et manufacturé en Méditerranée occidentale dans l'Antiquité". *Revue archéologique de Narbonnaise* 40: 235-265.

<sup>21</sup> Ver por ejemplo, entre otras muchas: Fuentes, A. 2007. "Vidrio de la antigüedad tardía (ss. V-X): cuestiones de fabricación y comercialización. Problemas de identificación". En E. Rontomé y P. Pastor (eds) *Vidrio Islámico en al-Andalus*. San Lorenzo: Real Fábrica de Cristales de la Granja: 15-31. Esta no es una tendencia exclusiva de la literatura arqueológica. Ver por ejemplo: Juárez, E. 2013. "El modo catalán de negocio del vidrio a finales del medievo". *Anales de Historia Antigua, Medieval y Moderna* 47: 89-118.



vidrio en la Península Ibérica se aplican de forma indiscriminada a toda la Península, que es así tratada como un solo territorio geográfica y culturalmente homogéneo. Mas la Península Ibérica comprende un enorme territorio, cruzado por barreras geográficas a veces infranqueables. Esto, sumado a las rudimentarias vías de comunicación del periodo resultaba en una pobre articulación geográfica, generando áreas histórico-culturales bien diferenciadas<sup>22</sup>. Este es el principal motivo de la tendencia de la Península a desagregarse políticamente en ausencia de un sistema político central sólido, como por ejemplo ocurrió con el colapso del Imperio Romano de Occidente (o más adelante con el final del califato Omeya de Córdoba). Esto tiene unas indudables ramificaciones para la interpretación de todos los fenómenos sociales y culturales detectados, que deben de responder a esta regionalización, a veces extrema, de las expresiones culturales, entre las que se cuentan, como ya hemos aclarado, las tecnológicas.

#### *Evidencias históricas de producción de vidrio entre los siglos I y VII.*

Diversos autores clásicos hicieron en sus escritos referencia a las técnicas de producción de vidrio. Quizás la más famosa de estas referencias es el relato en el que Plinio, en su *Historia Naturalis*, hacía una breve descripción (claramente espuria) del “descubrimiento” del vidrio y de su proceso de producción.

LXV. That part of Syria which is known as Phoenicia and borders on Judea contains a swamp called Candebia amid the lower slopes of Mount Carmel. This is supposed to be the source of the River Belus, which after traversing a distance of 5 miles flows into the sea near the colony of Ptolemais [...] The beach stretches for not more than half a

<sup>22</sup> Olmo, L. 1991. “El reino visigodo de Toledo y los territorios bizantinos. Datos sobre la heterogeneidad de la Península Ibérica”. *Coloquio Hispano-Italiano de Arqueología medieval*. Granada: Patronato de la Alhambra y el Generalife: 187; McCormick, M. 2001. *The Origins of the European Economy. Communications and Commerce, A. D. 300-900*. Cambridge: Cambridge University Press: 32; Wickham, C. 2005. *Framing the Early Middle Ages. Europe and the Mediterranean 400-800*. Oxford: Oxford University Press: 40; Martínez Jiménez, J., I. Sastre de Diego y C. Tejerizo García. 2018. *The Iberian Peninsula Between 300 and 850. An archaeological perspective*. Amsterdam: Amsterdam University Press: 42.



mile, and yet for many centuries the production of glass depended on this area alone. There is a story that once a ship belonging to some traders in natural soda put in here and that they scattered along the shore to prepare a meal. Since, however, no stones suitable for supporting their cauldrons were forthcoming, they rested them on lumps of soda from their cargo. When these became heated and were completely mingled with the sand on the beach a strange translucent liquid flowed forth in streams; and this, it is said, was the origin of glass [...] Glass, like copper, is smelted in a series of furnaces, and dull black lumps are formed. Molten glass is everywhere so sharp that, before there is the least sensation, it cuts to the bone any part of the body on which it splutters. After being reduced to lumps, the glass is again fused in the workshop and is tinted. Some of it is shaped by blowing some machined on a lathe and some chased like silver. Sidon was once famous for its glassworks, since, apart from other achievements, glass mirrors were invented there [...] This was the old method of producing glass. Now, however, in Italy too a white sand which forms in the River Volturmo is found along 6 miles of the seashore between Cuma and Literno. Wherever it is softest, it is taken to be ground in a mortar or mill. Then it is mixed with three parts of soda, either by weight or by measure, and after being fused is taken in its molten state to other furnaces. There it forms a lump known in Greek as 'sand-soda.' [*hammonitrum*] This is again melted and forms pure glass, and is indeed a lump of clear colourless glass. Nowadays sand is similarly blended also in [Gaul and Spain]<sup>23</sup>.

Estos pasajes, a pesar de su evidente tono mítico, no dejan de tener cierto interés para el asunto que nos ocupa. Por un lado, sitúa el “descubrimiento” del vidrio en la costa Sirio-Palestina, junto a la desembocadura del río Belús/Na’aman (Israel), lo

<sup>23</sup> Plinio el Viejo *H. N.* XXXVI, LXV-LXVI. Andrews, A. C., D. E. Eichholz, W. H. S. Jones, y H. Rackham. 1938. *Natural History*. Loeb Classical Library. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	54/807



que es sin duda una resonancia del hecho de que esta región se constituyese en una de las principales zonas de producción de vidrio en bruto durante la Antigüedad, especialmente por la gran calidad de las arenas arrastradas por este río para este propósito, y que han podido ser identificadas con gran certidumbre por medio de estudios composicionales, como veremos más adelante. Del mismo modo, la mención al papel jugado por los bloques de natrón transportados por los mercaderes indica que el uso de este mineral para la producción de vidrio era bien conocido en el siglo I incluso para aquellos que no tenían una implicación directa con la industria vidriera, aunque desde luego, no merece la pena detenerse en exceso en los acontecimientos que, de acuerdo con Plinio, tuvieron como resultado el “descubrimiento” del vidrio, porque una hoguera como la descrita en el relato no podría alcanzar con mucho la temperatura necesaria para la fundición conjunta del silicio y del natrón.

Por su lado, Flavio Josefo, hace la siguiente descripción en la *Guerra de los Judíos*, que si bien tiene unos evidentes componentes míticos, vuelve a situar al río Belús, en la zona de Sirio-Palestina, en el epicentro de la producción de vidrio durante la antigüedad:

Ptolemais is a maritime town in Galilee, built at the entrance to the Great Plain, and encompassed with mountains [...] At a distance of about two furlongs from the town ruins the diminutive river Beleys; on its bank stands the tomb of Memmon, and close to it is a very remarkable region, a hundred cubits in extent. It consists of a circular basin which produces vitreous sand. Numerous boats put in to this spot and empty the basin of its sand, whereupon it is filled up again by the action of the winds, which, as if by design, drift into it the common sand outside, the latter being all promptly converted by this mine into vitreous matter. But the phenomenon which, to my mind, is even more remarkable, is that the excess particles of glass which overflow from the cavity become ordinary sand as before<sup>24</sup>.

<sup>24</sup> Flavio Josefo. *Las Guerras Judías* II, 189. Thackeray, M. A. (trans). 1961. *The Jewish War, Books I-III*. Loeb Classical Library. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	55/807



También resulta de interés la mención que se hace al añadido de diversos componentes para alterar las características visuales del vidrio, una práctica cuya historicidad los estudios composicionales han demostrado con amplitud. Especialmente notable es la mención al cobre, empleado frecuentemente en época romana para el coloreado de teselas de vidrio, aunque en este caso, la referencia de Plinio resulta menos clarificadora<sup>25</sup>.

Mucho más intrigante es la mención a la producción de *hammonitrum* como producto intermedio semivitrificado que se prepara con anterioridad al vidrio en sí, que supone su segunda fundición. Esta descripción evoca claramente la práctica del *fritting*, consistente en la preparación del vidrio en dos pasos, practicada con regularidad en época medieval, como veremos en detalle en los próximos capítulos. Parece lógico pensar que la práctica del *fritting* se asocie al uso de fundentes vegetales, que son mucho más ricos en impurezas que el natrón, sirviendo este paso intermedio para depurar un tanto el vidrio, pero no parecen estar justificadas cuando el vidrio se produce con una fuente de fundente relativamente pura como es el natrón. Esta descripción es especialmente sorprendente teniendo en cuenta que no poseemos evidencia alguna, textual, arqueológica o composicional que sugiera la práctica del *fritting* durante la Antigüedad<sup>26</sup>, siendo la siguiente referencia a esta práctica una interpolación tardía en una de las copias del llamado *Mappae Clavicula* (ver Capítulo 5).

Además Plinio también incluye una historia acerca de la invención de vidrio irrompible.

There is a story that in the reign of Tiberius there was invented a method of blending glass so as to render it flexible. The artist's

<sup>25</sup> Para las teselas identificadas en San Vincenzo al Volturno, ver: Schibile, N. e I. Freestone. 2013. "Composition, Production and Procurement of Glass at San Vincenzo al Volturno: An Early Medieval Monastic Complex in Southern Italy". *PlosOne* 8: 1-13

<sup>26</sup> Freestone, I. 2008. "Pliny on Roman Glassmaking". En M. Martín-Torres y T. Rehren (eds) *Archaeology, History & Science. Integrating approaches to ancient materials*. Walnut Creek: Left Coast Press: 82.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	56/807



workshop was completely destroyed for fear that the value of metals such as copper, silver and gold would otherwise be lowered<sup>27</sup>.

Aunque este relato parece tan apócrifo como el anterior, se ha planteado la hipótesis, por desgracia indemostrable, de que la creencia en la existencia de una forma irrompible de vidrio sea una elaboración, realizada por un comentarista no experto en las técnicas de producción de vidrio, de la habilidad del vidrio de no romperse sino seguir manteniendo su integridad durante el proceso de moldeado, cuando aún está caliente, resultando plenamente plástico y maleable<sup>28</sup>. Esta historia también aparece reflejada en *El Satiricón* de Petronio, y en capítulos subsiguientes veremos cómo va a aparecer recurrentemente en diversos tratados técnicos medievales, de forma más o menos explícita (ver Capítulo 5).

But there was once a workman who made a glass cup that was unbreakable. So he was given an audience of the Emperor with his invention; he made Caesar give it back to him and then threw it on the floor. Caesar was as frightened as could be. But the man picked up his cup from the ground: it was dented like a bronze bowl; then he took a little hammer out of his pocket and made the cup quite sound again without any trouble. After doing this he thought he had himself seated on the throne of Jupiter, especially when Caesar said to him: 'Does anyone else know how to blow glass like this?' Just see what happened. He said not, and then Caesar had him beheaded. Why? Because if his invention were generally known we should treat gold like dirt<sup>29</sup>.

También hemos de notar en el texto de Plinio que se hace referencia a la producción de vidrio en Italia, la Galia e Hispania, dando el texto a entender que se trataría de producción primaria, ya que el comentario hace mención de la calidad de sus

<sup>27</sup> Plinio el Viejo. *H. N.* XXXVI, LXVI. Andrews, A. C., D. E. Eichholz, W. H. S. Jones, y H. Rackham. 1938. *Natural History*. Loeb Classical Library. Cambridge, MA: Harvard University Press.

<sup>28</sup> Stern, M. 1999. "Glassblowing in cultural context". *American Journal of Archaeology* 103: 442.

<sup>29</sup> Petronio. *El Satiricón* 51. Heseltine, M. W. H. D. Rouse, y E. H. Warmington. 1913. *Satyricon*. Loeb Classical Library. New Ed. / Revised by E.H. Warmington. (ed). Cambridge, MA: Harvard University Press.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	57/807



arenas como materias primas. Aunque como comentábamos con anterioridad la mayor parte de la información isotópica disponible indica un origen oriental para la inmensa mayoría del vidrio trabajado en época antigua, existe una cantidad residual de muestras cuyas huellas isotópicas podrían tener un origen en el Mediterráneo occidental y central<sup>30</sup>, lo que, junto con la mención de Plinio, hace que debamos mantener abierta la posibilidad de que existiese cierta producción de vidrio primario fuera de las zonas vidrieras del Mediterráneo oriental. De cualquier forma, estas muestras a las que hacemos referencias son poco claras y escasas (apenas superan el 5% de la totalidad de muestras analizadas)<sup>31</sup>, estando además exclusivamente fechadas en época altoimperial, con lo que, de haber existido, parece que esta actividad habría cesado ya para el siglo IV, si no mucho antes. Además, en una publicación inminente, Dieter Brems y colaboradores han confirmado que las arenas del río Volturno, al menos en su estado actual, resultan inadecuadas para la producción de un vidrio cuya composición resulte compatible con la de los vidrios típicamente romanos.<sup>32</sup>

Refiriéndose a un periodo anterior, ya Estrabón mencionaba los avances que se estaban produciendo en la producción de vidrio en Italia, especialmente en lo que se refiere a su coloración, aunque este texto sí parece indicar que las operaciones descritas se limitaban a la transformación de una materia prima obtenida de Sirio-Palestina. Además, Estrabón también hace mención a Egipto como zona de producción de vidrio:

Between Ake and Tyre there is a Sandy beach that produces vitreous sand [...] I heard from the glass workers in Alexandria that there was vitreous earth in Egypt without which many-colored and expensive designs could not be completed [...] At Rome they say that many

<sup>30</sup> Ganio, M., S. Boye, T. Fenn, R. Scott, S. Vanhoute, D. Gimeno y P. Degryse. 2012. "Roman glass across the Empire: an elemental and isotopic characterization". *J. Anal. At. Spectrom* 27: 750.

<sup>31</sup> Degryse, P.; R. Scott y D. Brems. 2014. "The archaeometry of ancient glassmaking: reconstructing ancient technology and the trade of raw materials". *Perspective* 2: 224-38.

<sup>32</sup> Brems, D., P. Degryse, M. Ganio y S. Boyen. En prensa. "The production of Roman glass with Western Mediterranean sand raw materials: Preliminary Results". *Glass Technology: European Journal of Glass Science and Technology*.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	58/807



discoveries have been made both for the colors and also for ease in production, as in the case of transparent crystal<sup>33</sup>.

Una práctica de enorme trascendencia para la producción del vidrio en época antigua y medieval, como es el reciclaje, y que aparecerá recurrentemente a lo largo de todo el texto, también mereció diversas menciones por parte de los autores clásicos, demostrando que la práctica era ya habitual en época romana altoimperial.

Cecilio, te imaginas que eres cortés, y no lo eres, créeme. ¿Que qué eres? Un bufón; lo que un vendedor ambulante del Transtíber que cambia pajuelas de azufre por vasos de vidrio rotos<sup>34</sup>.

Here rype Lydian girls are clapping, there cymbals and bells from Cadiz, there Syrian troops raise a shout, here are plebeians from the theatre and those who exchange pale sulphur for broken glass<sup>35</sup>.

Finalmente, podemos hacer mención al *Edictum de pretiis* publicado por Diocleciano en el año 301, que no sólo establece la existencia de distintos tipos de vidrio, distinguidos, entre otras cosas, por su coloración, sino que además también permite conocer los precios a los que estos habían de ser vendidos<sup>36</sup>.

Algo más tarde, Gregorio de Tours hace una descripción directa del uso de materiales antiguos de vidrio para su reciclaje, una práctica con la que vamos a encontrarnos en esta tesis de forma repetida:

after stealing and breaking the glass windows, he took the metal and came to a village in the territory of Bourges. He put the glass in a furnace and heated it for three days, but he accomplished nothing.

<sup>33</sup> Estrabón. *Geografía*. 16. 758. Roller, D. (trad) *The Geography of Strabo*. Cambridge: Cambridge University Press: 707.

<sup>34</sup> Marcial. *Epigramas*. XLI. Guillén, J, y F. Argudo. 2003. *Epigramas de Marco Valerio Marcial*. Zaragoza: Institución Fernando el Católico: 93.

<sup>35</sup> Estacio. *Silvae* 1. 6. 70-74.

<sup>36</sup> Stern, M. 1999. "Glassblowing in cultural context". *American Journal of Archaeology* 103: 460-6.





[Although] he was overwhelmed by his crime and [although] he realised that a divine judgement had been passed on him, he was not upset and persisted in his evil deeds. He took from the furnace glass that had been changed into some sort of small strands and sold it to the merchants who had arrived<sup>37</sup>.

Para el caso concreto de la Península Ibérica, las fuentes textuales son virtualmente nulas, estando limitadas a las *Etimologías* de San Isidoro de Sevilla, que reproducen de forma prácticamente literal (aunque San Isidoro no cita su fuente) las palabras de Plinio en su *Historia Naturalis*, incluyendo la referencia a la invención del vidrio irrompible, si bien la prolijidad de la versión parece indicar que su fuente en este caso fue Petronio:

Glass (De vitro) 1. Glass (*vitrum*) is so called because with its transparency it transmits light to one's sight (*visus*). Anything contained inside other minerals is hidden, but any sort of liquid or visible thing contained in glass is displayed to the outside; although closed up, in a certain way the contents are revealed. This was the origin of glass: in the part of Syria called Phoenicia there is a swamp bordering on Judea around the base of Mt. Carmel; the river Belus rises from this place and flows over a distance of five miles into the sea near the city Ptolemais, and its sands are cleansed of their impurities by this rushing flood. 2. Report has it that a ship belonging to natron merchants was driven there, and when these merchants went to prepare their meals here and there along the shore, they brought out clumps of natron from the ship, since there weren't any stones to support the cooking vessels. When the sand of the shore mixed with these burning natron clumps, translucent streams of a strange liquid began to flow, and this was the origin of glass. 3. Since invention is

<sup>37</sup> Van Dam, R. (Trad). 2004. *Gregory of Tours. Glory of the Martyrs*. Liverpool: Liverpool University Press: 58.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	60/807



ingenious, it did not long remain content with natron alone, but was eager [to embellish] this craft with other mixtures. Thus glass is heated by pieces of light dry wood, and when copper and natron are added with continuous firing so that the copper is melted, lumps of glass are produced. Afterwards, in workshops, the lump is melted again, and one sort of glass is formed by blowing, another turned on a lathe, and another is engraved like silver. Glass is also colored in many ways so that it may imitate hyacinth stones, sapphires, green stones, and onyx, and the colors of other gems. There is no other material more fit for mirrors or more suitable for painting. 4. The highest esteem is granted to clear glass with its close similarity to crystal, whence glass has replaced the metals silver and gold for drinking vessels. It used to be made in Italy. Throughout Gaul and Spain the softest white sand would be ground with a mortar and pestle, and then mixed with three parts, by weight or measure, of natron, and after being melted it would be poured into another furnace. This lump would be called *ammonitrum* (i.e. *hammonitrum*). When heated again it would become pure, clear glass. 5. The stone obsidian (*obsianus*) is counted as a type of glass. Sometimes it is green and sometimes black, and it is translucent. It looks rather dull and when used as a wall mirror it reflects shadows instead of images. Many people make gems out of it. People say that this stone occurs in India and Italy and in Spain near the Ocean. 6. They claim that under Tiberius Caesar a certain craftsman devised a formula for glass so that it would be flexible and pliable. And when he was brought before Caesar he presented a drinking bowl to him, and Caesar indignantly threw it to the floor. The craftsman picked the drinking bowl up from the floor, where it had been dented as a bronze vessel would be. Then he took a small hammer from his pocket and reshaped the drinking bowl. When he had done this, Caesar said to him, "Does anyone else know this method of making glass?" After the craftsman swore that no one else knew, Caesar ordered him

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	61/807



beheaded, lest, if this skill became known, gold would be regarded as mud and the value of all metals would be reduced – and it is true that if glass vessels became unbreakable, they would be better than gold and silver<sup>38</sup>.

*La evidencia arqueológica de producción de vidrio en la Península Ibérica entre los siglos IV y VII<sup>39</sup>*

Como testifican los numerosos repertorios de yacimiento publicados, una selección de los cuales ha sido citada con anterioridad, el vidrio fue un material abundantísimo en el periodo que nos ocupa, y resulta del todo inverosímil que este material procediese todo de la importación de materiales foráneos<sup>40</sup>. Esto viene confirmado por el hallazgo de un número considerable de talleres vidrieros, cuya identificación no siempre está fuera de toda duda (ver apartado de metodología en el Capítulo 1), pero que en general permiten reconocer que la práctica del soplado y del moldeado del vidrio estaban bastante extendidos por la Península Ibérica. A continuación haremos una relación breve de estos hallazgos, para posteriormente tratar de desarrollar las implicaciones derivadas de las características físicas y ubicación de dichos talleres (ver Figura 2.2).

En lo que se refiere a instalaciones de los siglos IV y V cuya excavación resultó en el hallazgo de un horno, en Cartagena, en un contexto de intensa transformación urbana de la ciudad clásica, se han hallado hasta tres talleres de vidrio que incluían hornos. El primero de ellos, fechado en el siglo IV, se sitúa en una esquina del ya abandonado Santuario de Isis, en lo que hoy es el Parque Arqueológico del Molinete<sup>41</sup>, mientras que los otros dos reutilizaron edificios no identificados del entorno del foro,

<sup>38</sup> Isidoro de Sevilla. *Etimologías*. XVI. 1-6; Barney, S. A., W. J. Lewis, J. A. Beach y O. Berghof. 2006. *The Etymologies of Isidore of Seville*. Cambridge: Cambridge University Press: 328.

<sup>39</sup> Una versión resumida de algunos de los hornos que vamos a describir puede encontrarse en Govantes-Edwards, D. 2017. "AHG Grant Report: Two new glass furnaces in Spain". *Glass News* 41: 8-10.

<sup>40</sup> Algunas excepciones, aunque algunas de las conclusiones contenidas en el estudio resulten discutibles, en Abraham, M. 2004. "Vidrio y comercio con oriente en la antigüedad tardía." En A. Fuentes (ed) *Jornadas sobre El vidrio en la España Romana*. Cuenca: 311-21.

<sup>41</sup> Govantes-Edwards, D. y C. Duckworth. 2019. "Horno de vidrio". En J. M. Noguera Celdrán, A. Cánovas Alcaraz, M. J. Madrid Balanza y I. Martínez Peris (eds) *Santuario de Isis y Serapis (Ínsula II). Molinete/Cartagena*. Cartagena: Cartagena Puerto de Culturas: 122.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	62/807



estando datados entre los siglos III y V y a finales del siglo IV y principios de siglo V, respectivamente<sup>42</sup>. En Ronda (antigua *Acinipo*), se localizó otro horno de vidrio, activo entre la segunda mitad del siglo IV y la mayor parte del siglo V, que reutilizaba las instalaciones de unos baños abandonados<sup>43</sup>. En Ammaia (Portugal), pudo identificarse la instalación de un horno vidriero en el interior de una de las torres de la cerca urbana, en fechas situadas entre finales del siglo IV y el siglo V<sup>44</sup>. En Valencia pudo excavar un horno vidriero situado en el interior de un antiguo edificio comercial (bien un *horreum* o un *macellum*), acompañado de una gran cantidad de restos de producción, incluyendo vidrio en bruto, coronas de soplado, formas sin terminar y dos moldes de bronce que acaso estuviesen relacionados con la producción de botellas prismáticas (Ver Figura 2.3). En este caso, la cronología no parece estar del todo clara, pero existen importantes indicios de que debe situarse entre los siglos III y V<sup>45</sup>. Todos estos hornos comparten una característica, como va a ser la de reutilizar antiguos edificios públicos abandonados, lo que puede tener importantes implicaciones a efectos productivos, como veremos a continuación.

<sup>42</sup> Egea, A. 2005. *Actuación arqueológica en la ladera occidental del Molinete (Morerías). Memoria Científica sector 5. Conclusiones*. Informe de excavación inédito; Egea, A., L. de Miguel, M. A. Martínez y R. Hernández. 2006. "Evolución urbana de la zona 'Morería', Ladera occidental del Cerro del Molinete (Cartagena)". *Mastia* 5: 11-59; Fernández, F. 2009. "La producción de vidrio en Carthago Nova. Algunas evidencias arqueológicas". *Mastia* 8: 147; Noguera, J. M., M<sup>a</sup> J. Madrid Balanza, V. García, y D. Quiñonero. 2017. *Proyecto integral de recuperación y conservación del Barrio del Foro Romano. Molinete. Cartagena. Sector 2: Santuario de la Insula II. Memoria Arqueológica, Proyectos 2015-2016* (Convenio de Colaboración Excmo. Ayuntamiento de Cartagena-Fundación Repsol), Cartagena. Informe de excavación inédito.

<sup>43</sup> Castaño Aguilar, J. M., B. Nieto González, J. Padial Pérez, L. Peña Ortega y S. Ruiz Torres. 2009. "La ciudad Romana de Acinipo". *Cuadernos de Arqueología de Ronda* 3: 70-1.

<sup>44</sup> da Cruz, M y M. D. Sánchez de Prado. 2012. "Glass working sites in Hispania: what we know". En I. Lazar (ed) *Annales du 19<sup>e</sup> Congrès de l'ASSOCIATION INTERNATIONALE pour l'HISTOIRE DU VERRE*. Koper: 182.

<sup>45</sup> Sánchez de Prado, M. D. 2014. "La producción de vidrio en Valentia. El taller de la Calle Sabaters". *Lucentum* XXXIII: 201; Sánchez, M. D. 2015. "Un taller vidriero en Valencia". En M. A. Ramón (ed) *El vidrio antiguo en Valencia. Quaderns de Difusió Arqueològica* 12: 21-24. Estos dos moldes resultan muy intrigantes, dado que hasta la fecha sólo han podido identificarse moldes fabricados en piedra. Los moldes metálicos, que si aparecerán en época islámica, suponen un importante reto técnico, dado que debe controlarse no sólo la temperatura del vidrio, sino también la del metal del molde. Si este está demasiado frío, se formarán unas ondas concéntricas en las caras planas de la botella, afeando su aspecto exterior, y si éste está demasiado caliente, el vidrio se adherirá y la botella no podrá ser extraída del molde. No obstante estas dificultades, varios vidrieros expertos en técnicas antiguas y medievales me han confirmado que los moldes, tanto por forma como por su tamaño, parecen corresponder a este tipo de productos. Bill Gudenrath (Corning Museum of Glass, NY, EEUU), comunicación personal. David Hill y Mark Taylor (The Glassmakers, Wiltshire, Reino Unido), comunicación personal.



En áreas urbanas pero no reutilizando antiguos edificios públicos, contamos con dos hornos de vidrio en Ávila. Uno de ellos se encuentra en el antiguo Convento de los Padres Paules, estando fechado entre los siglos II y IV; fue identificado junto con una gran cantidad de restos de producción<sup>46</sup>. El segundo se identificó en el Parque de San Vicente, justo al exterior de la cerca urbana, iniciando sus operaciones en el siglo V y permaneciendo activo, quizás, hasta las primeras décadas del siglo VI<sup>47</sup>. Excavaciones desarrolladas en los antiguos suburbios, esto es, extramuros, de la capital de la *Gallaecia*, *Bracara Augusta*, han tenido como resultado el descubrimiento de un considerable taller de vidrio tardío, situado en el mismo emplazamiento que un horno de vidrio altoimperial, en las antiguas dependencias de las CCTT (Correos). En su última fase, el taller estaba equipado con un solo horno, que ha sido fechado por medio del radiocarbono entre finales del siglo V y principios del VI (490/520)<sup>48</sup>.

No todos los talleres se encontraban ubicados en zonas urbanas, sin embargo. Un horno, encontrado en asociación con gran cantidad de restos de producción, fue localizado en *Castellum Madiae* (Maia, Portugal), un asentamiento que puede ser descrito como lo que la historiografía francesa ha dado en llamar una *agglomeration urbaine secondaire*, en la provincia de *Gallaecia*, estando activo entre finales del siglo III y mediados del siglo V<sup>49</sup>.

Pasando ya a restos de producción indirectos, es decir, restos que delatan la presencia de un taller, pero sin que haya sido posible identificar las estructuras productivas, contamos con el hallazgo de una serie de herramientas de vidriero en Mérida (antigua *Emerita Augusta*). Estos utensilios, fundamentalmente unas cañas de

<sup>46</sup> Alacet Arqueólogos. Sin fecha. *Excavación arqueológica en el antiguo Convento de los Padres Paules y Antigua Caja de Ahorros de Ávila, en Ávila capital. Informe técnico*. Informe de excavación inédito; Marcos, F. J. y M. S. Estremera. 2010-2012. "El horno tardorromano de vidrio del antiguo Convento de los Padres Paules (Ávila): Producciones". *Sautuola* XVI-XVII: 179-86; Marcos, F. J., F. J. Moreda y R. Serrano. 2011-2012. "Palacio de los Águila (Ávila): un testar en la producción del horno de vidrio del convento de los padres Paules". *BSAA Arqueología* LXXVII-LXXVIII: 291-334.

<sup>47</sup> Martínez, S. Sin fecha. *Proyecto integral de investigación arqueológica en la muralla de Ávila. Puerta y Parque de San Vicente*. Informe de excavación inédito; Martínez, S., J. I. Murillo y I. Sastre. 2004. "Vidrios Romanos del Parque de San Vicente (Ávila). Aproximación al estudio de materiales". En A. Fuentes (ed) *I Jornadas sobre El vidrio en la España Romana*. Cuenca: 427-9.

<sup>48</sup> Martins, M., L. Fontes, L., C. Braga, J. Braga, F. Magalhães, y J. Sendas, 2010. *Trabajos Arqueológicos da U. A. U. M.* Informe de excavación inédito.

<sup>49</sup> Moreira, A. 2010. *Castellum Madiae' formação e desenvolvimento de um 'aglomerado urbano secundário' no ordenamento do povoamento romano entre Leça e Ave*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Santiago de Compostela.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	64/807



soplar de hierro, fueron localizados en la compañía de vidrio en bruto y coronas de soplado, y fueron fechados, de acuerdo con el material numismático asociado, a finales del siglo IV, aunque Jennifer Price, por el aspecto de los restos de vidrio, sitúa la fecha en las primeras décadas del siglo V<sup>50</sup>. También en Lusitania, Sofía Antunes identificó diversos restos de producción (incluyendo vidrio en bruto y gotas, junto a lo que ella calificaba de “frita”, haciendo posiblemente referencia a escorias), en una villa tardorromana en Parreitas (Alcobaça), alcanzando la producción hasta finales del siglo IV, si bien la estratigrafía del yacimiento resultó bastante imprecisa<sup>51</sup>. Algo más al sur, en el yacimiento de la Plaza de la Encarnación de Sevilla se han encontrado acumulaciones de cenizas en asociación con pruebas de fluidez, gotas, etc. en contextos fechados entre mediados del siglo V y mediados del siglo VI<sup>52</sup>. En Levante, la excavación de la villa tardorromana de El Albir (Alicante), dio como resultado el hallazgo de una gran cantidad de restos de producción – vidrio en bruto, escorias, hilos – en los baños privados de la villa, que ya estarían abandonados cuando se produjese esta actividad industrial, en un contexto fechado entre finales del siglo III y la primera mitad del siglo V<sup>53</sup>. Mientras tanto, en Tarragona, la excavación de un basurero de finales del siglo V tuvo como resultado el hallazgo de gran cantidad de restos de producción de vidrio, incluyendo vidrio en bruto y coronas de soplado<sup>54</sup>. De nuevo en *Bracara Augusta*, varias excavaciones de contextos fechados a principios del siglo IV

<sup>50</sup> Lang, J. y J. Price. 1975. “Iron Tubes from a Late Roman Glassmaking Site at Mérida (Badajoz), in Spain”. *Journal of Archaeological Science* 2: 289-96; Caldera de Castro, P. 1994-5. “Los recipientes prismáticos de sección cuadrada y las botellas cilíndricas: una aproximación al método de trabajo de los talleres de vidrio romano del suroeste de Hispania”. *Anas* 7-8: 128-31; Price, J. 2004. “Roman glass in Spain: the western provincial context”, en A. Fuentes (ed) *I Jornadas sobre El vidrio en la España Romana*. Cuenca: 20-21.

<sup>51</sup> Antunes, S. 2000. “A oficina vítrea de Parreitas: Contributo para o conhecimento da produção de vidro na Lusitânia durante a Antiguidade Tardia”. En *A região de Alcobaça na época romana. A estação arqueológica de Parreitas (Bárrio)*. Alcobaça: Municipio de Alcobaça: 273.

<sup>52</sup> Amores, F. y D. González. 2003. “V Fase de intervención arqueológica en el Mercado de la Encarnación (Sevilla). Contextos tardoantiguos”. *Anuario Arqueológico de Andalucía* 2003: 202.

<sup>53</sup> Sánchez de Prado, M. D. 2004. “El vidrio romano en el Conventus Carthaginensis”. En A. Fuentes (ed) *El Vidrio en la España Romana*. La Granja: Real Fábrica de Cristales de la Granja. Centro Nacional del Vidrio: 101; Sánchez de Prado, M. D. 2009. “La vajilla de vidrio durante la antigüedad tardía en el Conventus Carthaginensis” *BSAA Arqueología* LXXV: 178. Ver también Munro, E. 2011. “Approaching Architectural Recycling in Roman and Late Roman Villas”. En D. Mladenovic y B. Russell (eds). *TRAC 2010: Proceedings of the Twentieth Annual Theoretical Roman Archaeology Conference*. Oxford: Oxbow: 76-88.

<sup>54</sup> Benet, C. y E. Subias. 1989. *Un abocador del segle V d. C. en el Fòrum Provincial de Tàrraco*. Tarragona: TED'A.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	65/807



(distintas a las del antiguo solar de las CCTT, que mencionábamos *supra*) han permitido la identificación de restos de producción tales como crisoles con restos de vidrio adherido, vidrio en bruto, etc.<sup>55</sup>. También en el noroeste, se han identificado restos similares en *Asturica Augusta* (actual Astorga), fechados entre el siglo I y el siglo IV, varios yacimientos en *Lucis Augusti* (actual Lugo), con fechas entre los siglos IV y V, Caldas de Rei (antigua *Aquis Celenis*), en este caso con el añadido de una caña de soplado, en un contexto fechado entre mediados del siglo V y mediados del siglo VI<sup>56</sup>, y Castro Ventosa (León)<sup>57</sup>. En el noroeste, en Zaragoza, tres yacimientos han aportado evidencias indirectas de producción de vidrio, incluyendo la Casa-Palacio de los Pardo, con un crisol datado en el siglo IV o principios del siglo V, c/Universidad, con materiales de construcción que parecen proceder de un horno desmantelado, parcialmente cubiertos con derrames de vidrio, datado en el siglo V, y c/Predicadores, extramuros, donde se identificaron una serie de restos de producción en una fosa de desechos, una vez más fechados en el siglo V<sup>58</sup>.

En lo que se refiere a instalaciones más tardías, fechadas en los siglos VI y VII (aunque como ya hemos visto algunas de las instalaciones operativas en el siglo V extienden su actividad a las primeras décadas del siglo VI), podemos comentar el hallazgo de los restos de un foso de horno en un contexto semi-rural en Tui (Pontevedra), acompañado de diversos restos de producción tales como gotas, hilos, coronas de soplado y escorias. Estos restos no se encontraban acompañados de material diagnóstico que permitiese su datación precisa, pero el yacimiento ha sido fechado de forma tentativa, por comparación con otros en su entorno cercano, entre el siglo IV y el siglo VI, si bien el examen provisional y visual de los restos de vidrio llevado a cabo en el contexto del proyecto *Glass production, circulation and*

<sup>55</sup> da Cruz, M. 2009. *O Vidro Romano no Noroeste Peninsular. Um Olhar a partir de Bracara Augusta*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Braga: 235-8.

<sup>56</sup> da Cruz, M. 2009. *O Vidro Romano no Noroeste Peninsular. Um Olhar a partir de Bracara Augusta*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Braga: 238-52.

<sup>57</sup> STRATO. 2001. *Trabajos arqueológicos en el yacimiento de Castro Ventosa Limpieza perimetral del recinto murado*. Informe de excavación inédito; Martínez Jiménez, J., I. Sastre de Diego y C. Tejerizo García. 2018. *The Iberian Peninsula Between 300 and 850. An archaeological perspective*. Amsterdam: Amsterdam University Press: 197-8.

<sup>58</sup> Ortiz, M. E. 2001. *Vidrios procedentes de la provincia de Zaragoza: el Bajo Imperio Romano*. Zaragoza: Museo de Zaragoza: 67-68.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	66/807





*consumption in Visigothic Spain*<sup>59</sup>, que dirijo, permiten situar de forma provisional estos restos al final de esta horquilla cronológica. Los restos han sido muestreados y van a ser sometidos a análisis químico para incrementar los datos a nuestra disposición<sup>60</sup>. También de forma muy reciente, se ha producido el hallazgo de un horno de vidrio en una antigua *cetaria* en la ciudad de Faro (Portugal), con una fecha de mediados del siglo VI, pero el material aún está en una fase incipiente de estudio, y no es posible de momento precisar más sus características<sup>61</sup>.

Mención especial merecen los talleres y hornos de vidrio excavados en la ciudad de Recópolis, erigida *ex novo* por Leovigildo en la década de 570 en honor de su hijo Recaredo, una vez que logró anexionar el reino suevo en el noroeste, controlar los grupos norteños, y así situar la casi totalidad de la Península Ibérica bajo su control directo, en lo que se ha venido considerando la “edad de oro” del reino visigodo de Toledo. Estos talleres formaban parte del plan original de la ciudad, situándose en una calle ceremonial que conducía hasta la puerta monumental que daba acceso al palacio real (Ver Figura 2.4)<sup>62</sup>. De acuerdo con la secuencia estratigráfica, uno de estos talleres de vidrio se mantuvo activo hasta mediados del siglo VII, cuando la zona comercial e industrial que ocupaba fue remozada para la instalación de viviendas, mientras que el otro siguió operativo hasta finales del siglo VII<sup>63</sup>. Además de los hornos (que eran de unas proporciones notables, en comparación con otras instalaciones similares identificadas en la Península Ibérica en época tardoantigua) (ver figuras 2.5 y 2.6), los restos de producción identificados incluyen vidrio en bruto, hilos, gotas, coronas de soplado, escoria y fragmentos de crisol, además de importantes acumulaciones de objetos de vidrio fragmentado, aparentemente almacenados para su reciclaje. En total, la excavación de unas pocas hectáreas de la ciudad antigua ha dado como resultado el

<sup>59</sup> Corning Museum of Glass. Corning, NY (EEUU).

<sup>60</sup> Vilaseco, X. I. 2003. “Algunhas consideracións sobre a presenza dunha area de fundición de vidro no Tude romano (Tui, Pontevedra)”. *Gallaecia* 22: 253-65.

<sup>61</sup> Pereira Santos, F. Comunicación personal.

<sup>62</sup> Castro, M. y A. Gómez. 2008. “La actividad artesanal en Recópolis: la producción de vidrio”. *Zona Arqueológica* 9: 117; Olmo, L. 2008. “Recópolis: una ciudad en una época de transformaciones”. *Zona Arqueológica* 9: 52.

<sup>63</sup> Castro, M. y A. Gómez. 2008. “La actividad artesanal en Recópolis: la producción de vidrio”. *Zona Arqueológica* 9: 123-6; Gómez de la Torre, A. 2017. *El vidrio en la submeseta sur en época visigoda, siglos VI y VII. Tipología, producción y uso en ámbitos urbano y rural*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Alcalá de Henares: 63; 82-5.





hallazgo de más de 30 kg de vidrio<sup>64</sup>. Pronto veremos las posibles implicaciones de la *sui generis* ubicación de estos hornos en lo que se refiere a la posición social de la producción de vidrio.

En lo que respecta a evidencias indirectas, diversas excavaciones en la zona urbana de Benalúa, cerca de Alicante, han resultado en el hallazgo de gran cantidad de restos de producción de vidrio, incluyendo escoria, coronas de soplado y restos de vidrio preparados para su refundición, en compañía de cerámica fechada entre el siglo VI y principios del siglo VII<sup>65</sup>. En el noroeste una serie de yacimientos identificados en la Avenida Rosalía de Castro (Vigo), fechados a mediados del siglo VI, han aportado no sólo fragmentos de vidrio en bruto, escoria y acumulaciones de vidrio fragmentado<sup>66</sup>, sino evidencias bastante claras de producción en serie, con la presencia de una gran cantidad de piezas correspondientes a unas pocas formas estandarizadas<sup>67</sup>. Las excavaciones que permanecen abiertas en Valencia la Vella también han resultado en el hallazgo de bloques de vidrio en bruto junto con otros restos de producción, como gotas, hilos, etc. He tenido la oportunidad de examinar de forma directa estos restos (y de muestrearlos), y parece bastante probable que sean restos de actividades de soplado. Están fechados a finales del siglo VI (se han acompañado del hallazgo de monedas acuñadas durante el reinado de Leovigildo), pero su interpretación aún resulta un tanto incierta, ya que la excavación del yacimiento apenas ha comenzado. Dada la naturaleza substancial de los restos constructivos, los excavadores se inclinan

<sup>64</sup> Castro, M. y A. Gómez. 2008. "La actividad artesanal en Recópolis: la producción de vidrio". *Zona Arqueológica* 9: 117-8.

<sup>65</sup> Reynolds, P. 1987. *El yacimiento tardorromano de Lucentum (Benalua-Alicante). Las cerámicas finas*. Alicante: Diputación Provincial de Alicante: 147-50; Reynolds, P. 1993. *Settlement and Pottery in the Vinalopó Valley (Alicante, Spain). AD 400-AD 700*. Oxford: BAR International Series 604: 14-17; Ronda, A. y F. Sala. 2000. "El asentamiento tardorromano del barrio de Benalúa (Alicante): las actuaciones arqueológicas de 1989". En M. Olcina y J. Soler (eds) *Scripta in Honorem Enrique A. Llobregar Conesa*. Alicante: Diputación Provincial de Alicante: 450.

<sup>66</sup> Iglesias, J. 2006. "Avaliación patrimonial da Unidade de Actuación I-06. Rosalía de Castro 2 (Fase II), Vigo". *Actuacións Arqueolóxicas Preventivas* 2006: 154-5; Iglesias, J. 2007. "Avaliación arqueolóxica das parcelas 6, 10, 6 anexo e 3 anexo da Unidade de Actuación I-06, Rosalía de Castro II, Vigo". *Actuacións Arqueolóxicas Preventivas* 2007: 174-5

<sup>67</sup> da Cruz, M. 2009. *O Vidro Romano no Noroeste Peninsular. Um Olhar a partir de Bracara Augusta*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Braga: 244-9.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	68/807



por caracterizar el yacimiento como un gran asentamiento fortificado creado *ex novo* por la corona visigoda<sup>68</sup>.

Finalmente, la excavación de la nueva zona palacial construida por Leovigildo en la Vega Baja, cerca de Toledo, como parte del mismo programa constructivo que condujo a la fundación de Recópolis, ha llevado al hallazgo de considerables restos de producción de vidrio, incluyendo crisoles, vidrio en bruto y escoria, en contextos datados, al igual que en Recópolis, entre finales del siglo VI y principios del siglo VII, indicando la posible operación de talleres de vidrio en las cercanías del palacio real<sup>69</sup>.

### *Evidencias composicionales.*

Como comentábamos más arriba, en las últimas décadas se viene haciendo un notable esfuerzo por caracterizar las producciones de vidrio de época tardorromana y tardoantigua en el Mediterráneo y la Europa atlántica. Sería excesivamente prolijo hacer un repaso exhaustivo de la evolución de este dinámico campo de la investigación, por lo que ahora me limitaré a indicar los rasgos más notables de los distintos grupos composicionales identificados hasta la fecha, para auxiliarnos en la caracterización del material identificado en la Península Ibérica. Debe estar claro, no obstante, que es esta una subdisciplina que está en constante proceso de transformación, y que la publicación de cada vez más datos está permitiendo mapear la evolución técnica del vidrio tardorromano y antiguo de forma cada vez más precisa.

En esta breve descripción, vamos a limitarnos a los principales grupos entre los siglos IV y VII, ya que a partir del siglo VIII y sobre todo del siglo IX pasa a darse una problemática específica que desarrollaremos en el Capítulo 3.

<sup>68</sup> Macías, J., A. Ribera y M. Rosselló. 2017. *Informe preliminar. Zona arqueológica "València la Vella", Riba-Roja de Túria*. Informe de excavación inédito; Macías, J., A. Ribera y M. Rosselló. 2018. *Informe preliminar 2ª Campaña. Zona arqueológica "València la Vella", Riba-Roja de Túria*. Informe de excavación inédito.

<sup>69</sup> Quizás este sea el palacio al que hace mención la *Vitas Patrum Emeritensium* (XII, 310). De Juan, J., M. Gallego y J. García. 2009. "La cultura material de la Vega Baja". En M. Gallego, J. García, R. Izquierdo, J. de Juan, L. Olmo, D. Peris y R. Villa (eds) *La Vega Baja de Toledo*. Toledo: Toletum Visigodo: 132; TOLETUM VISIGODO. 2007-2008. *Intervención Arqueológica. Yacimiento de la Vega Baja de Toledo*. Informe de Excavación Inédito; Olmo, L. 2009. "La Vega Baja en época visigoda: una investigación arqueológica en construcción". En M. Gallego, J. García, R. Izquierdo, J. de Juan, L. Olmo, D. Peris y R. Villa (eds) *La Vega Baja de Toledo*. Toledo: Toletum Visigodo: 84; TOLETUM VISIGODO 2009. *Intervención Arqueológica. Yacimiento de la Vega Baja de Toledo*. Informe de excavación inédito.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	69/807



Primero, hemos de tener en cuenta la existencia de varios tipos de vidrios incoloros. Por regla general, el vidrio en bruto suele presentar diversas coloraciones “naturales”, es decir, que en ellos la coloración es producto de la presencia de impurezas en las materias primas empleadas para su producción, especialmente las arenas, como el hierro, que en determinadas condiciones, por ejemplo, pueden teñir el vidrio de diversas tonalidades de verde. De esta manera, la producción de vidrios incoloros exige el añadido de una serie de elementos que contrarrestan la presencia de estas impurezas. A grandes rasgos, los vidrios incoloros de época tardorromana (aún van a ser muy abundantes en el siglo IV, pero su incidencia tendería a disminuir de forma drástica en adelante) se dividen en tres grandes grupos. Vidrios decolorados con antimonio ( $\text{SbO}$ ) (Incoloro 1), decolorados con manganeso ( $\text{MnO}$ ) (Incoloro 2) y decolorados tanto con antimonio como con manganeso (Incoloro 3)<sup>70</sup>. Los primeros van a resultar de notable interés, porque las fuentes de antimonio empleadas para la decoloración de vidrio parecen agotarse, por razones que no están aún claras, en torno a mediados del siglo IV, con lo que la presencia de cantidades residuales de antimonio en los vidrios posteriores van a resultar indicativos de prácticas de reciclaje como resultado de la mezcla de estos vidrios con vidrios de otros grupos que, en principio, contendrían cantidades no significativas de este elemento, dando como resultado vidrios no incoloros pero con una presencia significativa de antimonio. De hecho, todo parece indicar que el grupo Incoloro 3 representa la mezcla de los dos grupos anteriores.

Por otro lado, el siglo IV es testigo de la aparición de una “familia” de vidrios que va a tener enorme trascendencia en todo el arco Mediterráneo y la Europa atlántica en época tardoantigua y los primeros siglos de la Edad Media. El primer exponente de esta familia son los llamados vidrios HIMT (*High Iron, Manganese and Titanium*), que como su propio nombre indica se caracterizan principalmente por sus altos contenidos relativos en hierro ( $>0,9\% \text{Fe}_2\text{O}_3$ ), manganeso ( $>0,8\% \text{MnO}$ ) y titanio ( $>0,2\% \text{TiO}$ )<sup>71</sup>. Los análisis realizados en las arenas de distintas zonas han permitido

<sup>70</sup> Foster, H. y C. Jackson. 2010. “The composition of late Romano-British colourless vessel glass: glass production and consumption”. *Journal of Archaeological Science* 37: 3070-3083.

<sup>71</sup> Freestone, I. 1994. “Appendix: chemical analysis of ‘raw’ glass fragments”. En H. R. Hurst (ed) *Excavations at Carthage. Vol. II. 1. The circular Harbour, North Side. The sites and finds other than*

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	70/807



afirmar con bastante certeza que el origen geográfico de estos vidrios se encuentra en Egipto<sup>72</sup>. Estos vidrios, que comienzan a aparecer en gran número a mediados del siglo IV, se convertirán en mayoritarios durante los siglos IV y V. Una variante de estos van a ser los llamados “weak HIMT”, y que se caracterizan por contener unas cantidades todavía relativamente elevadas de hierro, manganeso y titanio, pero inferiores a los de los vidrios HIMT (promedios extraídos de la amplia muestra desarrollada por Foster y Jackson en Gran Bretaña: HIMT: 1,36% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 1,71% MnO; 0,33% TiO<sub>2</sub>; Weak HIMT: 0,72% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 0,78% MnO; 0,11% TiO<sub>2</sub>), y existen fundadas sospechas de que son el resultado de mezclar vidrios HIMT con otros vidrios, lo que tiende a “diluir” la presencia relativa de estos elementos<sup>73</sup>. Significativamente, la cronología de estos grupos es aproximadamente simultánea. La lógica contemporánea tiende a interpretar prácticas de reciclaje en época antigua como la consecuencia de condiciones de escasez, pero esto implica asumir que los artesanos de la época sólo aplicarían criterios de eficiencia económica cuando se veían obligados a ello por necesidad. No obstante, como hemos visto con anterioridad con los textos que la mencionan, la práctica del reciclaje del vidrio parece haber estado bastante extendida. Como delata el texto de Marcial que reproducíamos más arriba, ya en época romana parecían existir traperos especializados en la recogida de vidrio roto de casa en casa<sup>74</sup>. No tenemos además razones para pensar que los artesanos vidrieros rechazaran la posibilidad de reutilizar material disponible aun cuando el vidrio “fresco” resultase abundante y fácil de

*pottery. British Academy Monographs in Archaeology, No. 4. Oxford: Oxford University Press: 290; Freestone, I., S. Wolf y M. Thirlwall. 2003. “The production of HIMT Glass: elemental and isotopic evidence”. En *Annales du 16e Congrès de l'Association Internationale Pour l'Histoire du Verre*. Nottingham: 153-7.*

<sup>72</sup> Nenna, M- D. 2014. “Egyptian glass abroad: HIMT glass and its markets”. En D. Keller, J. Price y C. Jackson (eds) *Neighbours and Successors of Rome. Traditions of glass production and use in Europe and the Middle East in the later first millennium AD*. Oxford: Oxbow Books: 177-93. En algunas publicaciones, este grupo se etiqueta como Foy 1. Ver Foy, D., M. Vichy y M. Picon. 2000. “Lingots de verre en Méditerranée occidentale (IIIe s.av.J.-C-VIIe s.ap.J.-C): Approvisionnement et mise en œuvre: Données archéologiques et données de laboratoire”. En *Annales du 14 e Congrès de l'Association pour l'Histoire du Verre*. Amsterdam: AIHV: 51-57.

<sup>73</sup> Foster, H. y C. Jackson. 2009. “The composition of ‘naturally coloured’ late Roman vessel glass from Britain and the implications for models of glass production and supply”. *Journal of Archaeological Science* 36: 193-2.

<sup>74</sup> Harrison, G. W. M. 1987. “Martial 1.41: sulphur and glass”. *Classical Quarterly* 37: 203-7.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	71/807



adquirir<sup>75</sup>. Esto parece confirmarse con la relación existente entre los vidrios HIMT y “weak HIMT”, desde el principio de la aparición del grupo, cuando el suministro de vidrio no parecía enfrentarse a grandes dificultades.

Una variante de los vidrios HIMT aparece en la segunda mitad del siglo V, y se caracteriza por mantener unas cantidades elevadas de hierro (1,32% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y manganeso (1,50% MnO), y cantidades algo más reducidas de titanio (0.15% TiO<sub>2</sub>), pero aún elevadas en comparación con otros tipos. Este grupo fue identificado de forma clara por Danielle Foy en las excavaciones de la Bourse, en Marsella (conjunto de muestras en el que se basan los promedios ofrecidos más arriba), y es generalmente conocido como Foy 2/Series 2<sup>76</sup>, resultando mayoritario en la zona Mediterránea entre los siglos VI y VII.

Los principales competidores de estos vidrios egipcios eran aquellos producidos en la zona Sirio-Palestina, y que en gran medida continuaban con las tradiciones productivas de época imperial romana, que empleaban las arenas del entorno del río Belús para producir vidrio. Estos vidrios son conocidos de forma genérica como vidrios levantinos (Levantine), si bien la gran cantidad de trabajos arqueológicos desarrollados en la zona ha permitido la identificación de una serie de talleres cuya producción ha quedado bien caracterizada, tanto desde el punto de vista químico como cronológico. Así, diversos marcadores químicos señalan en ocasiones la afinidad de los vidrios hallados en otros contextos con algunos de estos talleres, lo que permite ajustar nuestra interpretación en términos cronológicos y técnicos. Así, composicionalmente estos vidrios resultan fáciles de distinguir de sus coetáneos de la familia HIMT por su menor contenido en hierro y titanio, y por contener cantidades relativamente altas de calcio (c. 9% CaO) y alúmina (c. 3% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Los análisis de producciones de diversos talleres han permitido establecer cierta diferenciación cronológica. Así, los análisis desarrollados por Robert Brill e Ian Freestone en los talleres de Jalame (grupo también

<sup>75</sup> Duckworth, C. En prensa. “Seeking the invisible: new approaches to Roman glass recycling”. En C. Duckworth y A. Wilson (eds) *Recycling and Reuse in the Roman Economy*. Oxford: Oxford University Press.

<sup>76</sup> Foy, D., M. Picon, M. Vichy y V. Thirion-Merle. 2003. “Caractérisation des verres de l'Antiquité tardive en Méditerranée occidentale: l'émergence de nouveaux courants commerciaux”. En D. Foy, M.-D. Nenna (eds.), *Échanges et commerce du verre dans le monde antique: actes du colloque de l'Association Française pour l'archéologie du verre, Aix-en-Provence et Marseille, 7–9 juin 2001*. Montagnac: Éditions Monique Mergoil: 41-86.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	72/807



conocido como Levantine 1) (siglo IV), Apollonia (siglos VI-VII) y Bet Eli'Ezer (siglo VIII) parecen indicar que la concentración en alúmina y silicio tiende a incrementarse y la de calcio tiende a disminuir con el paso del tiempo<sup>77</sup>. De cualquier forma, las composiciones de estos subgrupos son muy próximas y se solapan en gran medida, con lo que son resultados que han de ser tomados sólo con gran cautela.

La Figura 2.7 expresa el ploteo de varios conjuntos de muestras de acuerdo a sus ratios  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2\text{-TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ , una relación que ha demostrado ser de gran utilidad para la ilustración de los agrupamientos de vidrios de este periodo. La concentración de determinados elementos (en este caso el silicio, el aluminio y el titanio), permiten la discriminación de las distintas arenas empleadas en la producción de vidrio. En este caso, además, el uso de ratios, en lugar de elementos aislados, elimina la necesidad de normalizar los resultados para evitar que estos reflejen tendencias falsas como resultado del uso de proporciones variables de materias primas, arena y natrón. Por ejemplo, dado que el titanio y el aluminio entraban a formar parte de la tanda de vidrio como componentes de la arena empleada, su ratio (es decir, la correlación entre la concentración de ambos elementos) ha de mantenerse más o menos constante independientemente de la proporción de la tanda que esté formada por arena, mientras que si entrasen en la tanda con dos materias primas distintas variaciones menores en las proporciones de las mismas podrían arrojar oscilaciones muy significativas en los resultados de los análisis químicos, derivando en conclusiones falsas. La figura representa agrupamientos correspondientes a grupos que hemos descrito en este capítulo, y otros que serán explicados en el capítulo siguiente.

La figura 2. 8, por su parte, expresa los agrupamientos de los grupos levantinos en función de su relación  $\text{Na}_2\text{O}/\text{SiO}_2\text{-CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ , ya que, como veíamos más arriba, estos son los grupos que arrojan diferenciales más significativos entre las producciones de distintos talleres y distintas cronologías en la región sirio-palestina.

<sup>77</sup> Brill. R. H. 1999 *Chemical Analyses of Early Glasses. Volumes 1 and 2*. Corning, NY: The Corning Museum of Glass; Freestone, I., Y. Gorin-Rosen y M. Hughes. 2000. "Primary Glass from Israel and the Production of Glass in Late Antiquity and the Early Islamic Period" *TMO* 33: 65-83; Freestone, I. 2005. "Provenance of ancient glass through compositional analysis". *Mater. Res. Soc. Symp. Proc.* 852: 1-14; Freestone, I., R. E. Jackson y O. Tal. 2008. "Raw Glass and the Production of Glass Vessels at Late Byzantine Apollonia-Arsuf, Israel". *Journal of Glass Studies* 50: 67-80.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	73/807



Es conveniente en este punto hacer un *excursus* muy breve acerca de los principales indicadores que pueden estar delatando prácticas de reciclaje, que como vemos, tenían en este sector productivo una enorme importancia.

El primero y el más obvio es la presencia de composiciones intermedias entre dos grupos conocidos (por ejemplo Colourless 3 con respecto a Colourless 1 y Colourless 2), que denota la mezcla de fragmentos de vidrio de orígenes distintos.<sup>78</sup> En este aspecto, sin embargo, hemos de tener en cuenta que los vidrieros de la tardoantigüedad y los primeros siglos de la Edad Media conocían bien el material con el que trabajaban, y serían capaces de, *grosso modo*, distinguir unos vidrios de otros con cierta eficacia. Si asumimos, como parece razonable, que los vidrieros tratarían de evitar mezclas y de combinar sólo vidrios de características similares, el resultado sería, desde el punto de vista composicional, prácticamente imposible de distinguir de los grupos originales<sup>79</sup>. Es importante recordar que el reciclaje sólo resulta visible en tanto que es ineficiente<sup>80</sup>, y que los indicadores que marcan la presencia de estos grupos intermedios es a veces muy tenue, al depender de la entrada de pequeñas cantidades de un tipo de vidrio en una tanda mayoritariamente formada por otro grupo<sup>81</sup>.

Otro indicador es la presencia de cromóforos y metales de transición en las composiciones. Estos son elementos, como el cobre, el cobalto o el plomo, que no se volatilizan en la refusión sucesiva del vidrio, y que tras uno o varios ciclos de reciclaje comienzan a acumularse en cantidades significativas (aunque a menudo en forma de elementos traza), delatando la repetida fusión de la misma masa de vidrio. Especialmente útil en este sentido es el antimonio, cuyo uso como decolorante y

<sup>78</sup> Duckworth, C. En prensa. "Seeking the invisible: new approaches to Roman glass recycling". En C. Duckworth y A. Wilson (eds) *Recycling and Reuse in the Roman Economy*. Oxford: Oxford University Press.

<sup>79</sup> Freestone, I. 2015. "The Recycling and Reuse of Roman Glass: Analytical Approaches". *Journal of Glass Studies* 57: 29; Paynter, S. y C. Jackson. 2016. "Re-used Roman rubbish: a thousand years of recycling glass". *European Journal of Postclassical studies* 6: 38.

<sup>80</sup> Duckworth, C. En prensa. "Seeking the invisible: new approaches to Roman glass recycling". En C. Duckworth y A. Wilson (eds) *Recycling and Reuse in the Roman Economy*. Oxford: Oxford University Press.

<sup>81</sup> Freestone, I. 2006. "Glass production in Late Antiquity and the Early Islamic period: a geochemical perspective". *Geological Society, London. Special Publications* 257: 210; Govantes-Edwards, D., C. Duckworth y R. Córdoba. 2016. "Recipes and experimentation: the transmission of glassmaking techniques in Medieval Iberia". *Journal of Medieval Iberian Studies* 8: 184.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	74/807





opacificante cesa, como decíamos con anterioridad, a mediados del siglo IV, y cuya presencia en vidrios posteriores en concentraciones superiores a los 100 ppm Sb puede considerarse un importante indicio de la mezcla de vidrios ricos en antimonio con otros grupos posteriores, y un criterio similar puede aplicarse al cobre<sup>82</sup>. Una de las principales dificultades de este método de detección de prácticas de reciclaje deriva de la dificultad técnica que implica la detección de elementos que se encuentran representados en una proporción tan pequeña, y que están fuera del alcance de la mayoría de las técnicas analíticas empleadas (ver Capítulo 1).

Por otro lado, el vidrio que se ve sometido a repetidos ciclos de fundición y trabajo tiende a experimentar cambios en su composición química, especialmente derivados de su contacto con los vapores y humos generados por el combustible. Sarah Paynter ha demostrado experimentalmente que el vidrio tiene tendencia a perder silicio de forma progresiva, mientras absorbe álcalis, especialmente potasio y magnesio, en condiciones reductoras<sup>83</sup>. De este modo, Es preciso tratar de definir con claridad el origen de los álcalis, ya que la presencia elevada de magnesia y potasa no tiene necesariamente por qué reflejar el uso de cenizas vegetales, sino que puede ser resultado de la repetida exposición de los vidrios a atmósferas ricas en estos elementos.

Finalmente, en un trabajo reciente, Duckworth y colaboradores han propuesto, en su estudio de pulseras y otros objetos similares de vidrio en el norte de África, que aquellos vidrios que, tras pasar por una serie prolongada de ciclos de reciclaje, quedando inhabilitados para su soplado precisamente por los cambios derivados en su composición con cada ciclo, fuesen destinados a la producción de objetos cuyo trabajo pudiese realizarse a temperaturas relativamente bajas o incluso en frío, tales como pulseras y anillos. Además de por su tipología, a veces estos vidrios pueden ser identificados composicionalmente por tratarse de vidrios muy “sucios”, es decir, con

<sup>82</sup> Freestone, I. 2015. “The Recycling and Reuse of Roman Glass: Analytical Approaches”. *Journal of Glass Studies* 57: 30; Paynter, S. y C. Jackson. 2016. “Re-used Roman rubbish: a thousand years of recycling glass”. *European Journal of postclassical studies* 6: 41; Sainsbury, V. 2018. “When things stopped travelling: Recycling and the glass industry in Britain from the first to the fifth century CE”. En D. Rosenow, M. Phelps, A. Meek y I. Freestone (eds) *Things that Travelled: Mediterranean Glass in the First Millennium AD*. Londres: UCL Press: 328-30.

<sup>83</sup> Paynter, S. 2008. “Experiments in the Reconstruction of Roman Wood-Fired Glassworking Furnaces: Waste Products and Their Formation Processes”. *Journal of Glass Studies* 50: 289-90.





concentraciones inusualmente altas de elementos como el cobre, el estaño o el plomo. Es interesante en el futuro averiguar hasta qué punto estas dinámicas de producción se aplican al sector de producción de vidrios negros (en realidad colores muy saturados que, a simple vista, parecen negros) que Mario da Cruz ha identificado en el noroeste de la Península Ibérica, y más concretamente en Braga, en pendientes, pulseras y otros abalorios en imitación del azabache<sup>84</sup>.

De cualquier forma, y dada la gran cantidad de variables, algunas de ellas de difícil detección, que se dan en las prácticas de reciclaje, no debemos en ningún caso asumir que la ausencia de estos indicadores significa de forma taxativa la ausencia de reciclaje<sup>85</sup>.

Volviendo de nuevo a los vidrios tardoantiguos y altomedievales en la península Ibérica, entre los siglos IV y VII vamos a encontrarnos un gran predominio de los vidrios egipcios pertenecientes a la “familia HIMT”, comparable al que encontramos en otras localizaciones del Mediterráneo y la Europa atlántica, por ejemplo en Chipre, Marsella (Francia), el Valle del Danubio, Mayen (Alemania) y Gran Bretaña<sup>86</sup>.

Así, encontramos que en uno de nuestros mayores conjuntos, el procedente del basurero de Vila-Roma en Tarragona (cuyos problemas de interpretación original ya

<sup>84</sup> da Cruz, M. 2009. “Black glass jewellery from Bracara Augusta”. En K. Janssens, P. Degryse, P. Cosyns, J. Caen y L. Van’t dack (eds) *Annales du 17e Congress de l’Association Internationale pur l’Histoire du Verre*. Amberes: University Press Antwerp: 96-102; da Cruz, M. 2011. “Fragmentos de vidro. Fragmentos da memoria”. *Cultura, Espaço & Memória* 2: 83-94; Duckworth, C., D. J. Mattingly, S. Chenery y V. Smith. 2016. “End of the Line? Glass Bangles, Technology, Recycling, and Trade in Islamic North Africa”. *Journal of Glass Studies* 58: 135-69.

<sup>85</sup> Duckworth, C. En prensa. “Seeking the invisible: new approaches to Roman glass recycling”. En C. Duckworth y A. Wilson (eds) *Recycling and Reuse in the Roman Economy*. Oxford: Oxford University Press.

<sup>86</sup> Foy, D., M. Picon, M. Vichy y V. Thirion-Merle. 2003. “Caractérisation des verres de l’Antiquité tardive en Méditerranée occidentale: l’émergence de nouveaux courants commerciaux”. En Foy, D. y M.-D. Nenna, (eds.), *Échanges et commerce du verre dans le monde antique: actes du colloque de l’Association Française pour l’archéologie du verre, Aix-en-Provence et Marseille, 7–9 juin 2001*. Montagnac: Éditions Monique Mergoïl: 41-86; Foster, H. y C. Jackson. 2009. “The composition of ‘naturally coloured’ late Roman vessel glass from Britain and the implications for models of glass production and supply”. *Journal of Archaeological Science* 36: 189-204; Grünwald, M. y S. Hartmann. 2014. “Glass workshops in northern Gaul and the Rhineland in the first millennium AD as hints of a changing land use – including some results of the chemical analyses of glass from Mayen”. En D. Keller, J. Price y C. Jackson (eds) *Neighbours and Successors of Rome. Traditions of glass production and use in Europe and the Middle East in the later first millennium AD*. Oxford: Oxbow Books: 48-50; Ceglie, A., Cosyns, P., K. Nys, H. Terryn, H. Thienpont y W. Meulebroeck (2014). “Late antique glass distribution and consumption in Cyprus: a chemical study”. *Journal of Archaeological Science* 61: 213-22; Cholakova, A., T. Rehren y I. Freestone. 2016. “Compositional identification of 6<sup>th</sup> c. AD glass from the Lower Danube.”. *Journal of Archaeological Science: Reports* 7: 625-32.



hemos señalado), fechado a finales del siglo V, la práctica totalidad de los vidrios, que incluyen restos de producción, caen con meridiana claridad entre los grupos HIMT y Foy 2/Series 2(ver Figura 2.9)<sup>87</sup>.

El cuadro que presenta un conjunto de vidrios procedentes de la necrópolis de Cubas de la Sagra, de finales del siglo IV y principios del V es similar. De las trece muestras analizadas (XRF), siete superan los umbrales mínimos establecidos para el grupo HIMT (ver más arriba) en lo que se refiere a la concentración de hierro, manganeso y titanio, mientras que al menos tres más presentan características que los asimilan al grupo “weak HIMT”, aunque la técnica empleada no ofrece variables fundamentales que permitiría precisar si esto es producto, como parece, del reciclaje de vidrios HIMT. Desde el punto de vista gráfico, estas muestras no ofrecen un ploteo fiable, ya que la técnica empleada parece haber sobrerrepresentado la concentración de silicio (la metodología ofrecida no hace mención alguna al uso de estándares)<sup>88</sup>. Igual problema encontramos con el estudio realizado por Teresa Palomar y colaboradores con vidrios procedentes de la basílica de Casa Herrera (Mérida), y de la propia capital emeritense (dos muestras de cada contexto), fechados entre el siglo IV y el siglo VI los primeros, y en el siglo IV los segundos, pero que presentan todas las características del grupo composicional HIMT<sup>89</sup>. Por otro lado, las cuatro muestras fechadas entre los siglos IV y V analizadas por Carmona y colaboradores, procedentes de Dehesa de la Oliva (Patones, Madrid), también presentan todas las características de los grupos HIMT y Foy 2/Series 2, como se refleja con claridad en la Figura 2.10.

Por otra parte, otra serie de ocho muestras analizadas por Paz y Ortiz de diversos contextos de la provincia de Zaragoza (cuya errónea interpretación inicial también apuntábamos con anterioridad), incluyen dos muestras HIMT (c/ San Juan y San Pedro), fechadas a finales del siglo V, dos Foy 2/Series 2 (Teatro Romano),

<sup>87</sup> Benet, C. y E. Subias. 1989. *Un abocador del segle V d. C. en el Fòrum Provincial de Tàrraco*. Tarragona: TED'A. El estudio incluye un total de 50 muestras analizadas por XRF.

<sup>88</sup> Agua, F., J. F. Conde, P. Oñate, J. Sanguino, A. Dávila, M. García-Heras y M. A. Villegas. 2015. “Caracterización y estado de conservación de vidrios tardorromanos del Museo Arqueológico Regional de Madrid procedentes de las necrópolis de Cubas de la Sagra”. *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio* 54: 58-68.

<sup>89</sup> Palomar, T., M. García-Heras, R. Sabio, J. M. Rincón y M. A. Villegas. 2012. “Composition, preservation and production technology of Augusta Emerita Roman glasses from the first to the sixth century AD”. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry* 12: 193-211.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	77/807



igualmente fechadas a finales del siglo V, y en este caso cuatro muestras cuyas características se alinean con claridad con la de los vidrios levantinos, como puede apreciarse en la Figura 2.11.<sup>90</sup> Las concentraciones en alúmina, silicio y calcio (promedios: 3,04% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 68,55% SiO<sub>2</sub>; 9,01% CAO) en estos vidrios parecen indicar una considerable afinidad con los vidrios procedentes del taller de Apollonia, activo entre los siglos VI y VII, lo que resulta coincidente desde el punto de vista contextual con dos de las muestras (Teatro Romano) y menos con las otras dos (Cueva del Rocín y C/Gavín) (ver Figura 2.12)<sup>91</sup>.

Por otro lado, tenemos los resultados publicados por de Juan y Schibile con 60 muestras de *Portus Illicitanus* (Elche, Alicante), fechados entre mediados del siglo IV y principios del siglo VI, 51 de los cuales han sido definidos como HIMT, y sólo siete como pertenecientes a los grupos Sirio-Palestinos, siendo los dos restantes de más difícil adscripción<sup>92</sup>; y Vascos (Toledo), donde más de la mitad de las muestras pertenecían a la “familia HIMT”, aunque en este caso la falta de precisión de los contextos de los que procedían las muestras supone que los resultados hayan de ser tomados con mayor cautela<sup>93</sup>. Mario da Cruz también indica el predominio de este tipo de vidrios en el noroeste, aunque la forma en que están presentados sus datos resulta confusa y es difícil saber a ciencia cierta a qué cronología corresponden sus muestras, lo que hace que su utilidad como indicadores cuantitativos resulte limitada<sup>94</sup>.

Las dos únicas excepciones a esta pauta de predominio de vidrios egipcios están estrechamente relacionadas. En dos recientes estudios con material procedente de la ciudad de Recópolis y una serie de yacimientos visigodos en la provincia de

<sup>90</sup> Las muestras Levantine I proceden del British Museum y de la Bibliotheque Nationale the France. Schibile, N., A. Meek, Bendeguz, T, C. Entwistle, M. Avisseau-Broustet, H. Da Mota y B. Gratuze. 2016. “Comprehensive Chemical Characterisation of Byzantine Glass Weights”. *Plos One* 11: 1-26.

<sup>91</sup> Los datos correspondientes a Apollonia y Bet Eli’ezer son de Freestone (ver notas anteriores) y las correspondientes al grupo Levantine y Levantine 1, se han extraído de Schibile, N. , A. Meek, Bendeguz, T, C. Entwistle, M. Avisseau-Broustet, H. Da Mota y B. Gratuze. 2016. “Comprehensive Chemical Characterisation of Byzantine Glass Weights”. *Plos One* 11: 1-26.

<sup>92</sup> Estos son estudios solventes y detallados con su correspondiente aparato gráfico, con lo que no es preciso entrar en mayores detalles. De Juan, J., N. Schibile, J. Molina Vidal y M. D. Sánchez de Prado. 2018. “The supply of glass at Portus Illicitanus (Alicante, Spain): a meta-analysis of HIMT glasses”. *Archaeometry* 61: 647-662.

<sup>93</sup> De Juan, J. y N. Schibile. 2017. “Glass import and production in Hispania during the early medieval period: The glass from Ciudad de Vascos (Toledo)”. *PlosOne* 12: 1-19.

<sup>94</sup> da Cruz, M. 2009. *O Vidro Romano no Noroeste Peninsular. Um Olhar a partir de Bracara Augusta*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Braga

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	78/807



Madrid, Nadine Schibile y Jorge de Juan han certificado que, si bien hasta mediados del siglo VI los vidrios de la “familia HIMT” son predominantes, a partir de finales del siglo VI se produce un incremento notabilísimo de la producción de vidrios levantinos, que pasan a dominar el conjunto de forma clara, lo que se ha asociado a cambios más amplios en las pautas de distribución de vidrio y con el fin del dominio de los vidrios egipcios<sup>95</sup>. Posteriormente volveremos a esta problemática.

Además de los mencionados más arriba (cuando hacíamos referencia a la insuficiente solvencia de los protocolos seguidos en algunos casos), hemos dejado fuera de este repaso otros resultados publicados, bien por adolecer de los mismo problemas que mencionábamos antes<sup>96</sup>.

Mención específica merecen los estudios realizados sobre las decoraciones de vidrio presentes en diversas piezas de tourética visigoda, y que pueden ser puestos en relación directa con la aparente interrelación entre hornos de vidrio y talleres de orfebrería en yacimientos que tienen una conexión directa con la corona visigoda, por ejemplo en Recópolis y Vega Baja (ver *infra*). Aunque algunos de estos vidrios no pueden en realidad ser calificados como tales en pureza<sup>97</sup>, otros si son vidrios de cal-sosa-silicio como los que hemos estado viendo<sup>98</sup>. Estos vidrios delatan un dominio considerable de las técnicas de manufactura y coloración, incluyendo el añadido

<sup>95</sup> Schibile, N., A Gómez de la Torre, C. Duckworth, D. Govantes-Edwards, J. de Juan y L. Olmo. 2017. “The glass from Reccopolis: an analytical approach”. En I. Coutinho, T. Palomar, S. Coentro, A. Machado y M. Villarigues (eds) *Proceedings of the 5th Glassac International Conference*. Lisboa: 116-7; De Juan, J., A. Vigil-Escalera, Y. Cáceres, N. Schibile. 2019. “Changes in the supply of eastern Mediterranean glasses to Visigothic Spain”. *Journal of Archaeological Science* 107: 23-31.

<sup>96</sup> Moreira, A. 2010. *Castellum Madiae’ formação e desenvolvimento de um ‘aglomerado urbano secundário’ no ordenamento do povoamento romano entre Leça e Ave*. Tesis doctoral inédita. Universidad of Santiago de Compostela.; Castelo Ruano, R., G. Gutierrez Neira, J. Barrio Martín, J. Hurtado Aguña, A. I. Pardo Naranjo, A. López-Pérez y R. García Giménez. 2011-2012. “Estudio arqueohistórico y analítico de un conjunto de vidrios de la villa romana de El Saucedo (Talavera la Nueva, Toledo).” *CuPAUAM* 37-48: 687-703.

<sup>97</sup> Estas muestras presentan una proporción extremadamente alta de plomo, en ocasiones por encima de 70% PbO. Esto los convierte esencialmente en mezclas de plomo y silicio, lo que los sitúa en el terreno de los esmaltes.

<sup>98</sup> Cozar, J. S. y C. Sapalski. 2001. “Gemas del Museo Arqueológico Nacional y Palacio Real, Madrid”. En A. Perea (ed) *El tesoro visigodo de Guarrazar*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas: 243-73; Calligaro, T., J-C. Dran y J-P. Poirat. 2001. “Estudio por acelerador de las gemas del Museo Nacional de la Edad Media, Cluny”. En A. Perea (ed) *El tesoro visigodo de Guarrazar*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas: 277-86; Ventolá, L., M. Vendrell-Saz y P. Giráldez. 2014. “Visigothic Jewellery: a technical study of glass used as gems in belt buckles from a Spanish necropolis”. *Archaeometry* 56: 818-27.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	79/807



deliberado de cromóforos como el cobre y el manganeso. Con toda probabilidad estas coloraciones se aplicarían en la Península Ibérica sobre la base de vidrios orientales.

#### Resultados: Cartagena

Nuestros propios resultados<sup>99</sup> apuntan en esta misma dirección. En Cartagena, analizamos 42 muestras procedentes de fragmentos de vidrio recuperados durante las excavaciones del Cerro del Molinete, que estuvo ocupado por una serie de edificios públicos y religiosos hasta el siglo III, y que a partir del siglo IV fue reocupado por una serie de instalaciones domésticas e industriales (ver *supra*). Las muestras incluyen 31 fragmentos de recipientes de vidrio (incolores y varios tonos de amarillo, verde y azul), un fragmento de vidrio de ventana, y diez fragmentos de restos de producción (ver Apéndice 1: Descripción de las muestras analizadas). La cronología de las muestras va del siglo I hasta el siglo VII. Es conveniente mencionar que si bien los hallazgos arqueológicos de los que proceden las muestras fueron identificadas en escrupulosas condiciones de excavación, el área experimentó un grado considerable de construcción, reconstrucción y amortización durante la Antigüedad<sup>100</sup>. Algunas muestras fueron omitidas del análisis al ser identificadas en depósitos con poca resolución cronológica. Las muestras fueron extraídas por mí y por Victoria García Aboal (Universidad de Murcia).

Casi todas las muestras analizadas fueron de vidrio de base sosa-cal-silicio producidos mediante el uso de un fundente mineral (ver figura 2.13 para la distribución por grupos de estos vidrios). Pudieron identificarse diversas muestras de vidrios incolores, siete de los cuales presentan una buena afinidad con el tipo Colourless 1 de Foster y Jackson; dos de ellos (CA-ESP06 y CA-ESP08) pueden ser considerados arqueológicamente residuales, al haber sido hallados en contextos tardíos para este grupo (siglo VII y siglo V, respectivamente); los restantes (CA-ESP25, CA-ESP44, CA-ESP49, CA-ESP51 y CA-ESP55) aparecen en contextos fechados entre el

<sup>99</sup> Obtenidos en el contexto de los proyectos *Glass production, circulation and consumption in Visigothic Spain* (Corning Museum of Glass, Corning, NY), y *The al-Andalus Glass Project* (Newcastle University, Reino Unido).

<sup>100</sup> Noguera, J. M., M<sup>a</sup> J Madrid Balanza, V, García, y D. Quiñonero. 2017. *Proyecto integral de recuperación y conservación del Barrio del Foro Romano. Molinete. Cartagena. Sector 2: Santuario de la Insula II. Memoria Arqueológica, Proyectos 2015-2016* (Convenio de Colaboración Excmo. Ayuntamiento de Cartagena-Fundación Repsol), Cartagena. Informe de excavación inédito.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	80/807



siglo I y el siglo IV<sup>101</sup>. Cuatro muestras más (fechadas también entre los siglos I y IV) pertenecen al grupo Colourless 2 (CA-ESP38, CA-ESP40, CA-ESP45 y CA-ESP46)<sup>102</sup>, si bien una muestra (CA-ESP38) presenta suficiente antimonio (225 ppm Sb) como para argumentar cierta mezcla, y uno al grupo Colourless 3 (CA-ESP37), identificado en un contexto datado entre los siglos I y II.

En lo que se refiere a vidrios de coloración natural, diez de las muestras presentan características típicas de los vidrios denominados RIGBY1 y RIGBY2, típicos de los siglos I al III, y en los que no nos detendremos.

Entre los vidrios de coloración natural, el grupo sin duda más numeroso es el de la “familia HIMT”, todos los cuales presentan las características coloraciones amarillentas/verdosas. Nueve de nuestras muestras (CA-ESP21; CA-ESP27; CA-ESP43; CA-ESP56; CA-ESP57; CA-ESP59; CA-ESP63; CA-ESP65; CA-ESP66), identificados en contextos fechados entre el siglo IV y el VII, forman un grupo compacto (para ver las características típicas de estos vidrios, ver más arriba); es interesante que entre estas muestras encontramos restos de producción (gotas, hilos, etc.) lo que sugiere que los artesanos del vidrio de Cartagena estaban usando este tipo de vidrio, bien tras la importación de vidrio en bruto, bien mediante la refundición de objetos amortizados. Cinco muestras más (CA-ESP03, CA-ESP30, CA-ESP36, CA-ESP52 y CA-ESP61) presentan concentraciones significativas de hierro, manganeso y titanio, pero a menores niveles que los vidrios HIMT, lo que sugiere su afinidad con los “weak HIMT” definidos por Foster y Jackson<sup>103</sup>; otras características de estos vidrios son unas concentraciones significativamente menores de bario, cromo y zirconio que en los vidrios HIMT *sensu stricto*. Finalmente, un grupo significativo de nueve muestras de El Molinete presentan las características típicas de la serie Foy 2 (CA-ESP01, CA-ESP12, CA-ESP13, CA-ESP18,

<sup>101</sup> Las muestras responden estrechamente a las características generales del grupo, con una concentración relativamente alta de antimonio ( $\approx 0.29\%$  SbO), una ausencia casi completa de manganeso, y bajos alúmina ( $\approx 1.90\%$  Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), magnesia ( $\approx 0.49\%$  MgO), calcio ( $\approx 5.74\%$  CaO), potasa ( $\approx 0.39\%$  K<sub>2</sub>O) y bario ( $\approx 149$  ppm Ba). Foster, H. y C. Jackson. 2010. “The composition of late Romano-British colourless vessel glass: glass production and consumption”. *Journal of Archaeological Science* 37: 3070-1.

<sup>102</sup> Además de un cantidad de manganeso en torno al 1%, estos vidrios se caracterizan por presentar una cantidad relativamente alta de aluminio ( $\approx 2.37\%$  Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), calcio ( $\approx 8.02\%$  CaO) y potasio ( $\approx 0.61\%$  K<sub>2</sub>O), y una cantidad menor de magnesia ( $\approx 0.41\%$  MgO) que otros vidrios incoloros.

<sup>103</sup> Foster, H. y C. Jackson. 2009. “The composition of ‘naturally coloured’ late Roman vessel glass from Britain and the implications for models of glass production and supply”. *Journal of Archaeological Science* 36: 193.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	81/807



CA-ESP31, CA-ESP39, CA-ESP62, CA-ESP69 y CA-ESP71), con un alto contenido en hierro (promedio: 2,10%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) y manganeso (promedio 1.30%  $\text{MnO}$ ) y menor en titanio (promedio 0,15%  $\text{TiO}_2$ ). Los elementos traza también confirma esta afinidad (promedios: 165 ppm Ba; 16 ppm Cr; 86 ppm Zr). La muestra CA-ESP 18 también presenta características que pueden ser asimiladas al grupo Series 2, salvo por una cantidad inusualmente alta de hierro (3,64%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), que puede ser el resultado de contaminación provocada por los útiles de hierro empleados en su manipulación. La mayor parte de los vidrios de este grupo se sitúan en contextos fechados en los siglos VI y VII, y el resto, que aparecen en cronologías anteriores, pueden ser atribuidos a la intensa actividad edilicia a la que se vio sometida la zona en época tardoantigua, hallándose por tanto en contextos secundarios.

Finalmente, tenemos dos muestras (CA-ESP10 y CA-ESP28) que presentan las características típicas de los vidrios sirio-palestinos, en concreto de las producciones asociadas al taller de Apollonia (ver *supra*), lo cual resulta coherente con la cronología correspondiente a CA-ESP10, hallado en un contexto de los siglos VI y VII, pero no tanto con CA-ESP28, que se ha asociado a un depósito del siglo IV, aunque ya sabemos las precauciones que se hacen necesarias en la atribución específica de este tipo de muestras (ver Figura 2.14).

Por otro lado, tres de nuestras muestras se corresponden a fragmentos de escoria de vidrio (CA-ESP41, CA-ESP64, CA-ESP70). Estas muestras pueden representar restos de producción con bajos niveles de álcalis, o bien ser el resultado de procesos metalúrgicos, ya que presentan valores muy bajos de sodio (entre 1,45% y 2,02%  $\text{Na}_2\text{O}$ ) y silicio (entre 50,12% y 55,07%  $\text{SiO}_2$ ) y valores muy altos de hierro (entre 4,78% y 9,40%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Estas muestras han sido excluidas de las figuras.

Igualmente, es preciso anotar que varias de nuestras muestras presentan atributos que apuntan hacia prácticas de reciclaje. Como decíamos antes, puede argumentarse que los vidrios “weak HIMT”, más que un grupo definido en el sentido más estricto, son el resultado de la mezcla de los vidrios HIMT con otros vidrios. Hemos visto que, en efecto, los vidrios “weak HIMT” presentan concentraciones más bajas en hierro, manganeso y titanio que los HIMT *sensu stricto*, además de presentar concentraciones más altas de cromóforos. Por supuesto, la identificación de estos



atributos en los vidrios “weak HIMT” depende en gran medida de la mezcla de los vidrios HIMT con otro tipo de vidrios. Dado que puede esperarse que la proporción de vidrios HIMT y de otros tipos cambie entre tanda y tanda, desde el punto de vista gráfico estos vidrios “weak HIMT” parecerán desplazarse, a veces significativamente, de la zona ocupada por los vidrios HIMT frescos (ver Figura 2.13).

Por otro lado, varias de las muestras que se encuadran en el grupo Series 2 presentan muestras de reciclaje, en este caso por la presencia significativa de elementos colorantes y opacificantes, especialmente las muestras CA-ESP39 (136 ppm Cu; 2623 ppm Sb; 795 ppm Pb) y CA-ESP62 (3860 ppm Sb; 383 ppm Pb), pero también CA-ESP31 (195 ppm Sb; 162 ppm Pb) y CA-ESP18 (115 ppm Cu; 159 ppm Sb), y de forma menos enfática CA-ESP01 (115 ppm Pb), CA-ESP 12 (118 ppm Pb), CA-ESP17 (112 ppm Pb).

También está generalizadamente aceptado que el grupo Colourless 3 de Foster y Jackson es el resultado de la mezcla de vidrios decolorados con antimonio (Colourless 1) y manganeso (Colourless 2), más que una receta primaria, ocupando una posición intermedia entre ambos grupos (ver Figura 2.15)<sup>104</sup>.

La muestra CA-ESP53 ofrece un panorama menos claro. La concentración de hierro (0,36% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) es demasiado baja para un miembro de la “familia HIMT”, mientras que el manganeso (1,98% MnO) y el Bario (428 ppm) son demasiado altos, y titanio (0,08% TiO<sub>3</sub>), cromo (11 ppm Cr) y zirconio (42 ppm Zr) están en los niveles que cabría esperar en un vidrio del tipo “weak HIMT”. La alta concentración de antimonio (445 ppm Sb) es significativa, y me hace pensar que este vidrio sea el resultado del reciclaje, aunque los vidrios empleados en la mezcla son imposibles de dirimir, ya que los ploteos binarios no ofrecen ayuda en este sentido. La muestra también ha sido excluida de las gráficas.

Otra muestra que merece discusión aparte es CA-ESP24 (hallada en un contexto de finales del siglo VI y principios del VII). Es la única muestra que no pertenece al tipo de vidrio sosa-cal-silicio. Su contenido en sosa es muy bajo apenas del 1%, mientras que el de potasa es altísimo (22,64% K<sub>2</sub>O), lo que lo coloca, en ausencia de error

<sup>104</sup> Foster, H. y C. Jackson. 2010. “The composition of late Romano-British colourless vessel glass: glass production and consumption”. *Journal of Archaeological Science* 37: 3072; Freestone, I. 2015. “The Recycling and Reuse of Roman Glass: Analytical Approaches”. *Journal of Glass Studies* 57: 31-3.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	83/807





analítico, entre el grupo de los vidrios potásicos. Este tipo de vidrios se hacen comunes en Europa septentrional en la Antigüedad Tardía y la Alta Edad Media, un hecho que se ha asociado al corte en el suministro de natrón, cuando los álcalis minerales son sustituidos por álcalis vegetales ricos en potasio, como la ceniza de madera de haya o helechos. De cualquier forma, la concentración de potasio de este vidrio es muy alta hasta para los estándares de la Europa septentrional en estas cronologías. Así, sólo es posible encontrar niveles similares de potasio en vidrios mucho más tardíos, por ejemplo, vidrios alemanes publicados por Wedepohl y fechados entre los años 1000 y 1400<sup>105</sup>, aunque en lo que se refiere al resto de elementos, las diferencias siguen siendo notables incluso con estos.

#### Resultados: Algeciras

El siguiente grupo de muestras a discutir corresponde al Parque de las Acacias (Algeciras, Cádiz), donde fue identificada una superposición de contextos que incluían una *cetaria* altoimperial, una necrópolis tardorromana y una necrópolis medieval<sup>106</sup>. Aunque los contextos arqueológicos son bastante fiables, hay que tener en cuenta que varios pozos y fosas del periodo altomedieval cortaron a través de los niveles anteriores, con lo que la cronología de los vidrios y las del contexto no tienen siempre por qué corresponderse de forma exacta. Las muestras proceden de dos contextos, datados entre finales del siglo IV y principios del siglo V el primero, y a los siglos VII y VIII el segundo; en este capítulo atenderemos al primero de estos contextos, quedando el segundo para su examen en el próximo capítulo.

El conjunto engloba siete muestras, (ver Figura 2.16) incluyendo una muestra azul, una negra, tres incoloras, una verde oliva y una azul turquesa. Todas ellas, excepto la muestra negra, que procede de una pulsera, son restos de recipientes. La muestra azul ALG-089 es una muestra típica de los vidrios azules-verdes que resultan característicos de los siglos altoimperiales. De los incoloros, ALG-091 y ALG-087 tienen todos los atributos de los vidrios decolorados con antimonio (0,26% y 0,57% SbO

<sup>105</sup> Wedepohl, K. H. 1997. "Chemical composition of medieval glass from West Germany". *Glastech. Ver. Glass Sci. Technol.* 70: 246-55.

<sup>106</sup> Jiménez-Camino, R. 2015. *Actividad arqueológica urgente en el cerramiento oriental del Parque de las Acacias (Algeciras). La factoría de salazón, la necropolis tardorromana y el cementerio medieval*. Informe de excavación inédito.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	84/807



respectivamente, sin rastro de manganeso). Por su lado, la muestra ALG-088 contiene una cantidad substancial de antimonio (0,50% SbO) y 0,10% MnO, por lo que ha de asumirse que ha sido sometido a cierto grado de reciclaje. Es importante en este punto considerar que el antimonio tiene mayor poder decolorante que el manganeso, algo de lo que los vidrieros de la Antigüedad debieron ser muy conscientes, como parece indicar el hecho de que cuando ambos grupos aparecen mezclados, las composiciones sugieren pequeñas adiciones, posiblemente accidentales, de vidrio decolorado con manganeso en tandas mayoritariamente constituidas por vidrios decolorados con antimonio. Esto sugiere que los vidrieros hacían un esfuerzo por no mezclar ambos grupos para no contaminar el vidrio decolorado con antimonio con un decolorante inferior. Es por eso que la mayoría de vidrios del grupo Colourless 3 parece desplazarse del área composicional ocupada por el grupo Colourless 2, siendo aquellos más próximos al grupo Colourless 1 más escasos<sup>107</sup>, aunque sea el caso de la muestra ALG-088. Por otro lado, ALG-099, de color verde oliva presenta todas las características de los vidrios HIMT, mientras que ALG-084 lo hace de los vidrios sirio-palestinos, aproximándose quizás más al tipo de composición asociado al taller de Apollonia, especialmente en lo que se refiere al contenido de alúmina. Finalmente, no vamos a discutir en detalle la muestra negra ALG-090 (el vidrio negro tiene una problemática muy específica), pero podemos al menos decir que es similar a los vidrios negros por saturación de hierro publicados por Van der Linden y colaboradores<sup>108</sup>.

El siguiente grupo también procede de Algeciras, en este caso de la c/Dr. Flemming (ver Figura 2.17)<sup>109</sup>, e incluye cuatro muestras, habiendo sido recuperados en un contexto fechado en el siglo VII. Tres de las muestras pertenecen con claridad a la “familia HIMT”. ALG-068 es un HIMT claro (presenta concentraciones de 134 ppm Cu y 102 ppm Pb, que pueden ser indicativas de reciclaje, pero no con la suficiente contundencia como para afirmarlo con certeza) y ALG-069 cae de lleno en el área

<sup>107</sup> Freestone, I. 2015. “The Recycling and Reuse of Roman Glass: Analytical Approaches”. *Journal of Glass Studies* 57: 33-4.

<sup>108</sup> Van der Linden, V., P. Cosyns, O. Schalm, S. Cagno, K. Nys, K. Janssens, A. Nowak, B. Wagner y E. Bulska. 2009. “Deeply coloured and black glass in the northern provinces of the Roman Empire: Differences and similarities in chemical composition before and after AD 150”. *Archaeometry*: 822 -44.

<sup>109</sup> Jiménez-Camino, R. 2007. *Informe arqueológico del solar de la calle Dr. Flemming 6, de Algeciras*. Informe de Excavación Inédito; Jiménez-Camino, R., D. Bernal. 2009. “Novedades de la *Traducta* paleobizantina. La secuencia del siglo VII de la calle Dr. Flemming,” 6. *Almoraima* 39: 283-312.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	85/807



composicional del grupo Serie 2. ALG-067, por su parte, presenta varias de las características típicas de la familia (2,37% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 1,07% MnO; 0,14% TiO<sub>2</sub>), aunque su posición en el ploteo Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SiO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sea algo inusual, aunque esto posiblemente se explique por las substanciales evidencias de reciclaje que presenta, incluyendo una cantidad significativa de antimonio (208 ppm Sb), además de unas concentraciones de magnesia (1,39% MgO), fósforo (0,19% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y potasa (0,87% K<sub>2</sub>O) superiores a la media entre los vidrios HIMT (los promedios en *Portus Ilicitanus* son: 1,03% MgO; 0,04% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 0,40% K<sub>2</sub>O). Finalmente, la muestra ALG-065, de color azul turquesa, presenta las características típicas de los vidrios sirio-palestinos, quizás aproximándose más a la composición identificada por Robert Brill en Jalame<sup>110</sup>. Aunque este grupo se fecha en el siglo IV, esta muestra, extrañamente para un vidrio sirio-palestino, que suelen ser bastante limpios, presenta considerables indicios de haber sido sometido a prácticas de reciclaje (276 ppm Cu y 445 ppm Sb), lo que quizás explique la discrepancia cronológica.

De esta manera, si excluimos los vidrios incoloros y verdes-azules, cuya presencia en los contextos de los siglos IV y V de Parque de las Acacias pueden cómodamente ser atribuidas a procesos postdeposicionales, volvemos a encontrar en Algeciras el predominio de los vidrios de la “familia HIMT” al que nos hemos venido refiriendo.

#### Resultados: Málaga

Finalmente hemos de examinar los resultados obtenidos en Málaga, en dos yacimientos cercanos (c/Cister 3-c/San Agustín 4 y c/Molina Lario) , que en realidad reflejan el mismo horizonte, como son los niveles de la Málaga tardobizantina, y más en concreto una serie de instalaciones portuarias que se han interpretado como estructuras de almacenamiento. La secuencia bizantina está sellada por un potente nivel de destrucción e incendio, fechado a principios del siglo VII y que se asocia con la conquista y destrucción de la ciudad por parte de los visigodos<sup>111</sup>. Como podemos ver

<sup>110</sup> Brill. R. H. 1999 *Chemical Analyses of Early Glasses. Volumes 1 and 2*. Corning, NY: The Corning Museum of Glass.

<sup>111</sup> Arancibia, A. 1998. *Memoria preliminar de los resultados de la actividad arqueológica en c/Cister 3-c/San Agustín 4*. Informe de Excavación Inédito; Navarro, I. 1998. *Informe preliminar de la 3a fase de la*

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	86/807



a continuación, las muestras malagueñas presentan una cierta anomalía, aunque estos resultados no afectan en gran medida las conclusiones generales.

Empezando por c/Cister 3-c/San Agustín 4, contamos con once muestras, una de las cuales presenta unas características, tanto químicas como físicas, que lo identifican con claridad como una intrusión posterior (es un vidrio semi-opaco, de color blancuzco, y está decorado con una serie de finas estriaciones al exterior que no se corresponden con ninguna tipología decorativa propia de la época tardoantigua). Esta muestra debe por tanto ser desechada para nuestro análisis. El contexto se fecha a principios del siglo VII.

Por otro lado, MA-ESP80 y MA-ESP81 presentan las típicas características de la Serie 2, y ninguno de ellos está libre de algunos indicios de reciclado; MA-ESP80 presenta una altísima concentración de antimonio (1536 ppm Sb) y MA-ESP81 presenta concentraciones significativas de antimonio (140 ppm Sb) y plomo (220 ppm Pb), pero estas son concentraciones de elementos traza relativamente típicas de la serie 2<sup>112</sup>. MA-ESP80 se desvía un tanto, al tener menos fósforo que los otros dos (0,07% vs. 0,16% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), más cloro (1,25% vs. 0,87% ClO), menos potasio (0,46% vs. 0,82% K<sub>2</sub>O) y mucho menos manganeso (0,30% vs. 1,94% MnO) lo que, añadido a la elevadísima lectura en antimonio, quizás indique su mezcla con vidrio decolorado con antimonio (en las muestras de este tipo publicadas por Silvestri, estos vidrios presentan un promedio de 0,03% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 1,43% ClO; 0,42% K<sub>2</sub>O; y 0,02% MnO). En términos de elementos mayores, los vidrios decolorados con manganeso y la Serie 3.2. también identificada por Danielle Foy y colaboradores en Marsella<sup>113</sup>, y definido como un vidrio Egipcio tardío, son muy similares, por lo que la composición de la muestra

---

*intervención arqueológica en c/Molina Lario (Málaga) (Excavación arqueológica en la Plaza del Obispo). Informe de Excavación Inédito.*

<sup>112</sup> Foy, D., M. Picon, M. Vichy y V. Thirion-Merle. 2003. "Caractérisation des verres de l'Antiquité tardive en Méditerranée occidentale: l'émergence de nouveaux courants commerciaux". En Foy, D. y M.-D. Nenna, (eds.), *Échanges et commerce du verre dans le monde antique: actes du colloque de l'Association Française pour l'archéologie du verre, Aix-en-Provence et Marseille, 7–9 juin 2001*. Montagnac: Éditions Monique Mergoil: 41-86.

<sup>113</sup> Foy, D., M. Picon, M. Vichy y V. Thirion-Merle. 2003. "Caractérisation des verres de l'Antiquité tardive en Méditerranée occidentale: l'émergence de nouveaux courants commerciaux". En Foy, D. y M.-D. Nenna, (eds.), *Échanges et commerce du verre dans le monde antique: actes du colloque de l'Association Française pour l'archéologie du verre, Aix-en-Provence et Marseille, 7–9 juin 2001*. Montagnac: Éditions Monique Mergoil: 41-86.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	87/807



también podría indicar mezcla con este tipo, pero el alto contenido en antimonio me lleva a apostar por la primera posibilidad.

Por su lado, MA-ESP82 encaja en casi todos los parámetros con esta Serie 3.2 (NaO: 20,64% NaO contra un promedio del tipo de 18,79%; MgO: 0,77% vs. 0,65%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 1,81% vs. 1,92%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 0,05% vs. 0,08%; CaO: 6,87% vs 6,99%) aunque su concentración de silicio es bastante baja (63,83% vs. 68,07% SiO<sub>2</sub>) y los porcentajes de manganeso y hierro algo altos y bajos respectivamente, aunque en este caso dentro de los parámetros del grupo. Desafortunadamente, en este caso los datos relativos a los elementos traza no se encuentran disponibles, lo que no sólo afecta a la representación gráfica de la muestra sino que nos impide examinar algunos de los indicadores habituales de reciclaje, que quizás servirían para explicar las discrepancias detectadas.

Por su parte, hasta seis de las muestras (MA-ESP74, MA-ESP75, MA-ESP76, MA-ESP77, MA-ESP78 y MA-ESP84) manifiestan las características de un grupo de vidrios conocido como MAGBY cuya principal característica es la de presentar contenidos de magnesia, potasa, fósforo y calcio muy altos para tratarse de vidrios tardoantiguos. Se ha argumentado que esto puede ser el resultado del añadido de cenizas vegetales a la mezcla<sup>114</sup>. De cualquier manera, como tendremos ocasión de ver en los siguientes capítulos, los niveles de estos elementos resultan mucho más bajos de lo que vamos a encontrar en los vidrios islámicos, por ejemplo, una vez que la transición entre el vidrio de fundente mineral y el de fundente vegetal se hubiese consumado, lo que ha llevado a la conclusión de que estos son vidrios producidos con álcalis mixtos (minerales-vegetales). Analizaremos la posición de estos vidrios en el tránsito entre los dos grandes tipos en el capítulo siguiente. En lo que se refiere a los elementos traza y las tierras raras asociadas a las fuentes de arena, estos vidrios presentan gran afinidad con la Serie 2, lo que parece indicar un origen egipcio<sup>115</sup>. Este grupo ha sido identificado en diversos yacimientos de la Comunidad de Madrid (El Pelicano, Congosto y Gózquez) en

<sup>114</sup> Freestone, I., M. J. Hughes y C. Stapleton. 2008. "The Composition and Production of Anglo-Saxon Glass". En S. Marzinzik (ed) *Catalogue of Anglo-Saxon Glass in the British Museum*. British Museum Research Publication 167: 29-46; Schibille, N., A. Meek, Bendeguz, T, C. Entwistle, M. Avisseau-Broustet, H. Da Mota y B. Gratuze. 2016. "Comprehensive Chemical Characterisation of Byzantine Glass Weights". *Plos One* 11: 1-26.

<sup>115</sup> De Juan, J., A. Vigil-Escalera, Y. Cáceres, N. Schibille. 2019. "Changes in the supply of eastern Mediterranean glasses to Visigothic Spain". *Journal of Archaeological Science* 107: 27.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	88/807



contextos de fechas similares. Los vidrios presentan considerables similitudes (1,88% MgO en Málaga vs. 1,90% en Madrid; 0,35% vs. 0,39%  $P_2O_5$  y 1,34% vs 1,48%  $K_2O$ ) como se ilustra en la figura 2.18. Estos vidrios MAGBY se dividen en dos subgrupos, uno con un contenido más alto en manganeso y hierro (promedios 2,10% MnO; 1,70%  $Fe_2O_3$ ) que el otro (0,36% MnO y 0,96%  $Fe_2O_3$ ). MA-ESP74 y MA-ESP84 pertenecen a este segundo grupo, mientras que el resto, que son todos restos de vidrio en bruto, forman un grupo extremadamente compacto, lo que nos permite especular con que todos ellos procedan de una sola tanda de vidrio. Hasta donde sé, estos son los primeros fragmentos de vidrio en bruto de este grupo en ser identificados (ver Figura 2.19). Es destacable que MA-ESP74 es el único de estos vidrios que presenta ciertos indicios de reciclaje, específicamente por su contenido en antimonio (236 ppm Sb) y plomo (140 ppm Pb), que si bien no son excesivamente altos, sí deben considerarse significativos, además de ser substancialmente más altos que los del resto de los miembros del grupo.

Finalmente, MA-ESP73 es un típico vidrio de la zona Sirio-Palestina, con cierta afinidad con las producciones del taller de Jalame, si bien, como sabemos, estas identificaciones tan precisas han de ser adoptadas sólo con extrema precaución.

Pasando al conjunto de muestras de Molina Larios, nos encontramos con una considerable población de 27 muestras, repartidas en varios contextos (ver Figura 2.20). Cuatro de estas muestras están fechadas en un contexto bastante impreciso, cuyas fechas se sitúan entre el siglo V y finales del siglo VII. MA-ESP50 es un HIMT claro, con todos los indicios de ser vidrio fresco, esto es, de no haber sido sometido a prácticas de reciclaje. Por su parte MA-ESP42 presenta los atributos de la Serie 2, en este caso con trazas significativas de antimonio (338 ppm Sb) y plomo (114 ppm Pb). MA-ESP54, por su lado, presenta, en lo que a elementos mayores se refiere, una composición intermedia entre las series 2 y 3.2 (ver Figura 2.20), lo que se suma a un contenido significativo de antimonio (246 ppm Sb). MA-ESP53, finalmente, es un perfecto ejemplo de la Serie 3.2.

Después tenemos un grupo de diecinueve muestras, fechadas entre finales del siglo VI y principios del VII. Lo primero que llama la atención en este grupo es la presencia de once muestras, incluyendo una gota (MA-ESP29, MA-ESP30, MA-ESP31,

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	89/807



MA-ESP32, MA-ESP33, MA-ESP34, MA-ESP35, MA-ESP36, MA-ESP37, MA-ESP38 y MA-ESP39) cuyas características carecen de paralelo conocido. Presentan cierta similitud composicional con los vidrios decolorados con manganeso, pero pueden ser distinguidos de este grupo sin dificultades. Son de coloración verdosa, aunque una de las muestras es prácticamente incolora. Algunas de sus características son una cantidad relativamente alta de sodio (promedio 18,60% Na<sub>2</sub>O) y magnesia (1,20% MgO), y una proporción de calcio bastante variable (entre 5,47% y 8,54% CaO). La proporción de silicio oscila entre c. 63% y c. 65% SiO<sub>2</sub>, siendo por tanto bastante estable. Sus atributos más intrigantes, sin embargo, son un contenido relativamente alto de hierro (promedio 0,97% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y manganeso (1,78% MgO), en conjunción con una concentración bajísima de titanio, que en ocasiones no llega al 0.01% TiO<sub>2</sub> (promedio: 0.013%). También presentan concentraciones no significativas de los habituales indicadores de reciclaje, con lo que parecen ser vidrio fresco. Como comentábamos antes, no hemos encontrado paralelo alguno para este tipo de vidrios.

MA-ESP43, MA-ESP46 y MA-ESP52 presentan unas características que les aproximan a la Serie 2, si bien otros de sus atributos parecen indicar su mezcla con otros tipos de vidrios, posiblemente la Serie 3.2, tal como parece ilustrar la figura 2.20. Estos vidrios, por ejemplo, presentan un bajo contenido en alúmina (entre 2,02% y 2,20% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> contra un promedio en la Serie 2 de 2,53% y 1,94% en la Serie 3.2) y hierro (entre 0,77% y 1,02% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> comparado con un promedio de 1,35% en la Serie 2 y 0,70% en la Serie 3.2). Además, contamos con tres muestras de Serie 2 puros (MA-ESP40, MA-ESP41 y MA-ESP51) y un Serie 3.2 (MA-ESP26). De entre todas estas muestras, MA-ESP43 presenta concentraciones significativas de antimonio (112 ppm Sb) y plomo (530 ppm Pb), que también apuntan al reciclaje, mientras que MA-ESP52 presenta unas concentraciones altísimas de estaño (0,46% SnO<sub>2</sub>). Es esta una muestra que se corresponde con lo que parece ser un resto de producción, informe y poroso. El estaño era empleado como opacificante en la producción de teselas, especialmente a partir del siglo IV<sup>116</sup>, y las muestras conocidas que presentan una proporción de entre

<sup>116</sup> Schibile, N. y I. Freestone. 2013. "Composition, Production and Procurement of Glass at San Vincenzo al Volturno: An Early Medieval Monastic Complex in Southern Italy". *PlosOne* 8: 2-3.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	90/807





0,40% y 0,60%  $\text{SnO}_2$  y de fechas comparables son casi todas teselas<sup>117</sup>. Así, debe contemplarse la posibilidad de que este sea un fragmento de tesela empleada para su reciclaje que no acabó de fundirse completamente, o incluso un fragmento semifundido como resultado del incendio que acabó con los edificios portuarios en cuyo contexto fue hallada (ver Figura 2.21). Además de esto, la muestra presenta un considerable contenido de plomo (0.80%  $\text{PbO}$ ), lo que también coincide con esta interpretación. Las muestras de Serie 2 y Serie 3.2 puros no presentan muestras de reciclaje.

MA-ESP45, por su parte, perteneciendo al rango de la “familia HIMT”, presenta unos atributos (especialmente en lo que se refiere a los contenidos en hierro, manganeso y titanio) que lo asimilan al grupo “weak HIMT” que veíamos con anterioridad.

Por otro lado, las muestras MA-ESP20, MA-ESP47, MA-ESP48 y MA-ESP49 se asimilan de forma bastante exacta con las producciones del taller de Apollonia, lo que también coincide con la cronología de su contexto. Como veremos en el Capítulo 6, la excavación de este yacimiento dio también como resultado el hallazgo de un fragmento de vidrio en bruto (MA-ESP28) correspondiente a este grupo composicional, si bien el fragmento fue hallado en un contexto secundario fechado en época medieval.

### *La producción de vidrio en la Península Ibérica entre los siglos IV y VI.*

Para poder ser interpretado, este considerable corpus de evidencias debe enmarcarse en un contexto histórico y político de gran complejidad. Durante los siglos IV y V, el control efectivo ejercido por el estado romano en las provincias occidentales se hizo cada vez más tenue, y Roma hubo de enfrentarse a numerosos desafíos frontales a su autoridad, con diversos grados de éxito. Los suevos, los vándalos y los alanos entraron en la Península en masa en el 409, y muchas áreas quedaron pronto bajo su control, mientras que los visigodos fueron invitados a entrar unos pocos años

<sup>117</sup> Bonnerot, O., A. Ceglie y D. Michailides. 2016. “Technology and materials of early Christian wall mosaics” *Journal of Archaeological Science. Reports* 7: 649-61.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	91/807





después, en principio para contrarrestar esta amenaza. La costa de Levante fue la región en la que la presencia del estado romano se mantuvo más fuerte al menos hasta la muerte de Majoriano (462). La zona costera que va, aproximadamente, desde Alicante hasta Algeciras fue conquistada por el Imperio Bizantino en la década de 550, convirtiéndose en la provincia bizantina de *Spania*. En la meseta central los Visigodos tuvieron más éxito a la hora de llenar el vacío de poder dejado por la disolución del Imperio Romano de Occidente, aunque su control sobre grandes áreas era poco más que nominal. Hasta los esfuerzos unificadores de Leovigildo y Recaredo, el Valle del Guadalquivir y la zona sur de Lusitania, una zona de capital importancia desde el punto de vista económico, mantuvo una independencia política casi total, bajo el mando de las viejas elites provinciales. En el noroeste, los suevos pronto alcanzaron un *modus vivendi* relativamente tranquilo con las elites locales, llevando a la fundación de su reino, que resultaba más o menos equivalente a la antigua provincia de la *Gallaecia* (ver Figura 2.23)<sup>118</sup>.

¿Cómo afectaron todos estos acontecimientos, a la vista de la evidencia existente, a la producción de vidrio? La perspectiva tradicional es que, tras la caída del Imperio Romano de Occidente, la producción de vidrio en la Península Ibérica entró en una fase de considerable declive, tanto en calidad como en cantidad, en respuesta a la crisis generalizada que iba a caracterizar el periodo. Se suele afirmar que el vidrio era aún fácil de localizar en el siglo V, convirtiéndose en un material mucho más escaso durante el VI<sup>119</sup>, aunque algunos autores sitúan el declive en la producción de vidrio aún antes, en el siglo V<sup>120</sup>. No obstante, aunque es cierto que el número de lugares de producción conocidos es menor durante la época visigoda que en las mismas áreas durante el periodo tardorromano, esto no aplica a la totalidad de la Península. Así, la zona del noroeste, bajo dominación sueva, iba a ser testigo de una febril actividad de producción de vidrio. Además, este tipo de aseveraciones suelen hacerse sin tener en

<sup>118</sup> García, L. A. 1998. *Historia de la España visigoda*. Madrid: Cátedra.

<sup>119</sup> Gamo, B. 1995. "Vidrios de época visigoda en España: una aproximación". En D. Foy (ed) *Le verre de l'Antiquité tardive et du haut moyen âge. Typologie – Chronologie – Diffusion*. Musée Archeologique Départemental Du Val D'oise: 301-2; Fuentes, A. 2004. "El vidrio romano en la Meseta". En A. Fuentes (ed) *Jornadas sobre El vidrio en la España Romana*. Cuenca: Real Fábrica de Cristales de la Granja. Centro Nacional del Vidrio: 286

<sup>120</sup> Sánchez de Prado, M. D. 1999. "El vidrio en los Baños de la Reina". En T. Carreras y I. Domenech (eds) *I Jornades Hispàniques d'història del vidre*. Barcelona: Museu d'Arqueologia de Catalunya: 97-107.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	92/807



consideración las características generales del contexto arqueológico, que tiene importantes implicaciones para la visibilidad de ciertas prácticas sociales, como es el trabajo del vidrio. Las tipologías cerámicas, nuestro principal marcador cronológico, son mucho mejor conocidas para el periodo tardorromano de lo que lo son para el periodo visigodo, en el que aún existen enormes lagunas<sup>121</sup>. Como resultado de esta circunstancia, es mucho más probable que los vidrios de los siglos IV y V entren a engrosar las estadísticas que los de los siglos VI y VII, buena parte de los cuales han de quedar, necesariamente, sin datar. Además, dada nuestra dependencia de las importaciones norteafricanas y orientales para la datación, algunas áreas se verán más afectadas por esta cuestión de visibilidad que otras, ya que las cantidades de productos importados serán más abundantes en zonas situadas en la proximidad de rutas comerciales. No es ninguna coincidencia que los repertorios de vidrio mejor conocidos en la Península Ibérica en época tardorromana y tardoantigua se sitúen en la costa mediterránea y el noroeste, donde las importaciones resultan abundantes.

Incluso la idea de que el descenso en la circulación de vidrio, y por tanto de su trabajo, fuese el resultado de una situación de crisis económica prácticamente permanente puede ser cuestionada. La presencia de abundantes evidencias de importaciones orientales y norteafricanas, incluyendo ánforas, cerámicas finas y otros géneros, especialmente (pero desde luego no exclusivamente) en las zonas costeras y principales centros urbanos, durante al menos los siglos V y VI, no son indicativos de una situación de estancamiento económico generalizado<sup>122</sup>. El descenso de importaciones en el siglo VII, por otro lado, puede haber tenido más que ver con las condiciones geopolíticas en las zonas de origen de estos productos que con su

<sup>121</sup> Vigil-Escalera, A. 2006. "El modelo de poblamiento rural en la meseta y algunas cuestiones de visibilidad arqueológica". En J. López, A. M. Martínez y J. Morín (eds) *Gallia e Hispania en el contexto de la presencia germánica (ss. V-VII)*. British Archaeological Reports International Series 1534. Oxford: Archaeopress: 89-108.

<sup>122</sup> Vizcaino, J. 2007. "La presencia bizantina en Hispania". *Antigüedad y Cristianismo* XXIV: 293-4; Bonifay, M. y D. Bernal. 2008. "Recópolis, paradigma de las importaciones africanas en el visigothorum regnum. Un primer balance." *Zona Arqueológica* 9: 101-2; García Vargas, E. 2011. "Oriental trade in the Iberian Peninsula during Late Antiquity (4<sup>th</sup>-7<sup>th</sup> centuries AD): an archaeological perspective". En D. Hernández (ed) *New Perspectives on Late Antiquity*. Newcastle Upon Tyne: Cambridge Scholars: 99. Para un repaso sistemático de las evidencias escritas de la presencia de mercaderes orientales en la Península Ibérica ver también García, L. A. 1972. "Colonias de comerciantes orientales en la Península Ibérica". *Habis* 3: 127-54.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	93/807



demanda en la Península Ibérica<sup>123</sup>. El registro arqueológico no sostiene la idea de devastación generalizada con la llegada de los pueblos bárbaros, y las referencias a las mismas en los textos pueden considerarse poco más que un *topos* literario; múltiples villas agrícolas se mantuvieron activas hasta el final del periodo visigodo, y las elites locales, por ejemplo en la Bética, presentaban claros indicios de mantener una gran vitalidad económica<sup>124</sup>.

El número de hornos y otras evidencias de producción de vidrio, o el volumen de vidrio en circulación (así como un rango tipológico más estrecho), pueden sugerir que la producción de vidrio decreció tras la disolución del Imperio Romano de Occidente, y es probable que así fuera, pero es también muy probable que en muchas ocasiones actividades de este tipo en época post-romana hayan pasado desapercibidas por las propias características del registro arqueológico. La tipología y ubicación de los hornos y los talleres son, de cualquier forma, potencialmente mucho más interesantes que la información meramente cuantitativa. Durante los siglos IV y V y los tres primeros cuartos del siglo VI, la mayor parte de talleres vidrieros identificados pueden dividirse en una serie de categorías bien definidas. Algunos de ellos entran claramente en la dinámica de la reconfiguración de la ciudad clásica y sus actividades industriales – Cartagena, Sevilla, Ronda, *Ammaia* y Valencia – mientras otros están ubicados en importantes nodos comerciales – Benalúa, Faro, Braga, Vigo. Para otros no tenemos suficiente información como para hacer propuestas en firme, pero podemos hacer algunas especulaciones más o menos justificadas. El taller del Convento de los Padres Paules, en Ávila, parece haber suministrado la región circundante, a juzgar por el hallazgo de varios recipientes, idénticos a los hallados en el taller, en la villa de El

<sup>123</sup> Queda fuera de nuestro objeto discutir en detalle los argumentos arqueológicos a favor en contra de la “tesis Pirenne” o alguna de sus variantes, como la que asocia la conquista vándala de Cartago con el cese del comercio del Norte de África con otras regiones mediterráneas. Basta comentar que la conquista vándala no parece haber afectado las importaciones norteafricanas en la Península Ibérica. Los productos africanos seguían llegando a las costas de la Península Ibérica, antes y después de la reconquista de Cartago por parte del Imperio Bizantino. Ver citas en la nota anterior y Hodges, R. y D. Whitehouse. 1983. *Mohammed, Charlemagne and the Origins of Europe. Archaeology and the Pirenne thesis*. Londres: Duckworth: 3-5; Reynolds, P. 1993. *Settlement and Pottery in the Vinalopó Valley (Alicante, Spain). AD 400-AD 700*. Oxford: BAR International Series 604: 10-12.

<sup>124</sup> García. L. A. 1998. *Historia de la España visigoda*. Madrid: Cátedra: 225; 346; Wickham, C. 2005. *Framing the Early Middle Ages. Europe and the Mediterranean 400-800*. Oxford: Oxford University Press: 95.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	94/807



Vergel, en San Pedro del Arroyo, a unos 26 km de Ávila<sup>125</sup>. Por otro lado, los hornos de Tui y los de la villa de El Albir encajan bien con la idea de una producción ocasional y a pequeña escala por parte de artesanos itinerantes, que harían uso de instalaciones temporales o reutilizarían estructuras anteriores para dar respuesta a la demanda local<sup>126</sup>.

En lo que respecta a los talleres urbanos, uno de los síntomas del fin del paradigma de la ciudad clásica es la reocupación de espacios públicos con fines privados, ya sean residenciales o industriales, incluyendo la producción de vidrio<sup>127</sup>. Este es un fenómeno generalizado, que puede detectarse a nivel pan-mediterráneo<sup>128</sup>. Los ejemplos incluyen Salónica (Grecia), donde varios talleres reutilizaron las instalaciones abandonadas de los baños públicos en los siglos IV al VI<sup>129</sup>; Leptimius (Grecia), donde varias actividades industriales, incluyendo un taller de vidrio, reaprovecharon los antiguos baños públicos en los siglos VI y VII<sup>130</sup>; y Florencia (Italia), donde los baños adrianeos fueron reutilizados para la instalación de talleres de ladrillos, vidrio y metal<sup>131</sup>. Se ha argumentado que estos edificios fueron seleccionados

<sup>125</sup> Marcos, F. J., F. J. Moreda y R. Serrano. 2011-2012. "Palacio de los Águila (Ávila): un testar en la producción del horno de vidrio del convento de los padres Paúles". *BSAA Arqueología* LXXVII-LXXVIII: 326-8.

<sup>126</sup> Fuentes, A. 2001. "El vidrio: primer material reciclado de la historia". En Fuentes (ed) *Vidrio Romano en España: la revolución del vidrio soplado*. La Granja: Fundación Centro Nacional del Vidrio: 147-8; Price, J. 2005. "Glass-working and glassworkers in cities and towns". En A. MacMahon y J. Price (eds) *Roman Working Lives and Urban Living*. Oxford: Oxbow: 178; 185; Gamo, B. 2010. "Un material frágil y olvidado. El estudio del vidrio de época visigoda en Hispania". *Zona Arqueológica* 11: 485.

<sup>127</sup> Price, J. 2005. "Glass-working and glassworkers in cities and towns". En A. MacMahon y J. Price (eds) *Roman Working Lives and Urban Living*. Oxford: Oxbow: 172-4.

<sup>128</sup> Para varios argumentos del debate acerca de si esto es un indicio de vitalidad o crisis, ver Kennedy, H. 1985. "From Polis to Madina: urban change in late antique and early Islamic Syria". *Past and Present* 106: 3-27; Harris, A. 2004. "Shops, retailing and the local economy in the Early Byzantine world: the example of Sardis". En K. Dark (ed) *Secular buildings and the Archaeology of Everyday Life in the Byzantine Empire*. Oxford: Oxbow Books: 82-122; Wickham, C. 2005. *Framing the Early Middle Ages. Europe and the Mediterranean 400-800*. Oxford: Oxford University Press.

<sup>129</sup> Antonaras, A. 2014. "An early Christian glass workshop at 45, Vasileos Irakleiou Street in the centre of Thessaloniki". En D. Keller, J. Price y C. Jackson (eds) *Neighbours and Successors of Rome. Traditions of glass production and use in Europe and the Middle East in the later first millennium AD*. Oxford: Oxbow: 95.

<sup>130</sup> Leone, A. 2003. "Topographies of production in North African cities during the Vandal and Byzantine periods". En L. Lavan y W. Bowden (eds) *Theory and Practice in Late Antique Archaeology*. Boston: Brill: 270.

<sup>131</sup> Martorelli, R. 1999. "Riflessioni sulle attività produttive nell'età tardoantica ed altomedievale: esiste un artigianato 'ecclesiastico'?" *Rivista di Archeologia Cristiana* LXXV: 578-80. También se hallaron dos fragmentos de crisol con gruesas adherencias de vidrio en los "baños de Constantino" en Arlés (Francia). Foy, D. 2008. "Les officines de verriers de Marseille et d'Arles (Bouches-du-Rhône) à la fin de l'Antiquité" *BAP Supplement* 5: 1-15.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	95/807



para la construcción de estas instalaciones por los robustos materiales en los que estaban contruidos, que serían capaces de soportar las altas temperaturas asociadas a las actividades pirotecnológicas referidas<sup>132</sup>. En paralelo, con el advenimiento del cristianismo, algunos talleres han sido identificados en asociación con edificios eclesiásticos, por ejemplo en Torcello y Florencia (Italia), Tebas (Grecia), Cornus (Cerdeña) y Caričin Grad (Serbia), estando probablemente relacionados con la construcción de dichos edificios y la producción de sus ventanales y otros objetos de uso eucarístico<sup>133</sup>.

En lo que respecta a los talleres rurales o semi-rurales, comentábamos con anterioridad la posibilidad, bastante probable, de que fueran empleados de forma intermitente por artesanos vidrieros itinerantes. Es necesario en este punto, al menos, desmontar una teoría que se ha instalado con cierta solidez en la bibliografía española, como es la idea de que estos vidrieros itinerantes pudieran reutilizar hornos de producción cerámica para su trabajo<sup>134</sup>. Desde el punto de vista técnico, esta posibilidad resulta del todo inviable. Los hornos de trabajo del vidrio y los alfares cerámicos tienen características estructurales muy diferentes, siendo una de sus principales diferencias la del tamaño, siendo los hornos de vidrio de unas proporciones mucho más reducidas. Los hornos de producción cerámica sólo deben alcanzar una determinada temperatura de forma puntual, dejándose enfriar de forma inmediata, ya que con alcanzar esta temperatura la cocción de la arcilla se encuentra asegurada. No obstante, los hornos de soplado de vidrio han de mantener la temperatura de trabajo (un mínimo de 950-1050 C°) durante horas, además de mantener el vidrio en estado

<sup>132</sup> Leonne, A. 2003. "Topographies of production in North African cities during the Vandal and Byzantine periods". En L. Lavan y W. Bowden (eds) *Theory and Practice in Late Antique Archaeology*. Boston: Brill: 270.

<sup>133</sup> Martorelli, R. 1999. "Riflessioni sulle attività produttive nell'età tardoantica ed altomedievale: esiste un artigianato 'ecclesiastico'?" *Rivista di Archeologia Cristiana* LXXV: 575; Leonne, A. 2003. "Topographies of production in North African cities during the Vandal and Byzantine periods". En L. Lavan y W. Bowden (eds) *Theory and Practice in Late Antique Archaeology*. Boston: Brill: 277-8. Esta tendencia reaparece con posterioridad (siglos VIII y IX) en la Francia Carolingia. Paffgen, B. 2003. "Glaserstellung spätrömischen und frühmittel alterlicher zeit im Rheinland und dessen Nachbargebieten". En S. Felgenhauer-Schmiedt, A. Eibner y H. Knittler (eds) *Auf glasernen Spuren. Österreichische Gesellschaft Für Mittelalterarchäologie*. Viena: 9-28; Giertz, W. y S. Ristow. 2013. "Goldtessellae und Fensterglas: Neue Untersuchungen zur Herstellung und Nutzung von Glas im Bereich der karolingerzeitlichen Pfalz Aachen" *Antike Welt* 5: 59-66.

<sup>134</sup> Fuentes, A. 2001. "El vidrio: primer material reciclado de la historia". En Fuentes (ed) *Vidrio Romano en España: la revolución del vidrio soplado*. La Granja: Fundación Centro Nacional del Vidrio: 148.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	96/807



de fusión durante varias horas con anterioridad a su soplado (800-900 C°). Un experimento conducido por Sara Paynter, Mark Taylor y David Hill, consistente en la reconstrucción de un horno de vidrio inspirado en restos anglosajones (que, de acuerdo con la evidencia disponible, diferiría en muy poco de los hornos romanos), alcanzó conclusiones interesantes. Para mantener el más pequeño de estos hornos (cuyas dimensiones se asemejan al identificado en El Cerro del Molinete de Cartagena) (ver Figura 2.24)<sup>135</sup>, a una temperatura que permitiese el trabajo del vidrio, se hizo necesario el consumo de 14,38 kg de leña por hora, con lo que con hornos de mayores dimensiones esta temperatura sólo podría mantenerse mediante el consumo de cantidades prohibitivas de combustible<sup>136</sup>; es más este experimento demostró que la construcción de estos hornos es rápida y relativamente fácil, con lo que no puede argumentarse que el ahorro en tiempo/materiales de construcción justificase un gasto tan enorme de combustible.

En este contexto, la localización de los hornos de Recópolis y de la potencial zona de trabajo de vidrio en la Vega Baja de Toledo resultan muy llamativas. Estas son localizaciones urbanas, pero muy distintas de las de Sevilla, Ávila o Braga, que eran ciudades antiguas en pleno proceso de transformación. Recópolis fue construida completamente *ex novo*, y la zona áulica de la Vega Baja evitó de forma consciente, por no decir que se enfrentó de forma deliberada, a la ciudad romana pre-existente<sup>137</sup>.

Es más, en el caso de Recópolis los talleres se encontraban situados en una posición más que prominente, justo al final de la vía ceremonial que se dirigía hasta el palacio real. Esto resulta aún más significativo si tenemos en consideración que la ciudad no tenía la necesidad de adaptarse a una trama pre-existente, y que fue uno de los principales elementos del programa propagandístico puesto en marcha por Leovigildo y su hijo Recaredo (ver *infra*). Las fuentes escritas dejan bien a las claras la importancia de la fundación de la ciudad, por ejemplo, Juan de Biclaro:

<sup>135</sup> Govantes-Edwards, D. y C. Duckworth. 2019. "Horno de vidrio". En J. M. Noguera Celdrán, A. Cánovas Alcaraz, M. J. Madrid Balanza y I. Martínez Peris (eds) *Santuario de Isis y Serapis (Insula II). Molinete/Cartagena*. Cartagena: Cartagena Puerto de Culturas: 122.

<sup>136</sup> Taylor, M. y D. Hill. 2008. "Experiments in the Reconstruction of Roman Wood-Fired Glassworking Furnaces". *Journal of Glass Studies* 50: 249-70

<sup>137</sup> Collins, R. 1980. "Merida and Toledo: 550-585". En E. James (ed) *Visigothic Spain: New Approaches*. Oxford: Clarendon Press: 213.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	97/807



ANNO II TIBERII IMPERATORIS QUI EST LIVVIGILDI IX REGIS AN. X El rey Leovigildo, desaparecidos los tiranos de todas partes [...] fundó en Celtiberia una ciudad, que del nombre de su hijo, se llama Recópolis: a la que adornando con admirables obras, en murallas y [construcciones] suburbanas, concedió los privilegios para el pueblo de la nueva ciudad<sup>138</sup>.

Parece poco probable que la corona visigoda dejase al azar la disposición de ningún elemento urbano, especialmente en su zona noble<sup>139</sup>, máxime considerando el papel que Isidoro de Sevilla concedía a la ciudad en el mecanismo estatal visigodo.

Aerarium quoque ac fiscum primus iste auxit, primusque inter suos regali ueste opertus solio resedit, nam ante eum et habitus et consessus communis ut genti, ita et regibus erat. Condidit autem ciuitatem in Celtiberia, quam ex nomine filii Recopolim nominauit<sup>140</sup>.

Uno de los aspectos más llamativos de la distribución tipológica, cronológica y geográfica de los restos de producción listados más arriba, es no sólo que las zonas industriales de Recópolis (y acaso también en Vega Baja) sean tan distintas al resto, sino que tras su fundación sean las únicas conocidas en la Península Ibérica, con la excepción del posible taller en Benalua, que se encontraba en ese momento bajo el control de la provincia bizantina de *Spania*<sup>141</sup>. Lo que es más, la floreciente industria de vidrio del noroeste parece llegar a un final abrupto en la segunda mitad del siglo VI, coincidiendo de forma más o menos exacta con la anexión del reino por parte de la corona visigoda. *Spania* fue la única región capaz de resistirse a los esfuerzos

<sup>138</sup> Álvarez, P. 1943. "La Crónica de Juan el Biclarense. Versión castellana y notas para su estudio". *Analecta Sacra Tarraconensia* 16: 25..

<sup>139</sup> Gómez de la Torre, A. 2017. *El vidrio en la submeseta sur en época visigoda, siglos VI y VII. Tipología, producción y uso en ámbitos urbano y rural*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Alcalá de Henares: 80-2.

<sup>140</sup> *Historia Gothorum*. 51, 5. Cif. Gómez de la Torre, A. 2017. *El vidrio en la submeseta sur en época visigoda, siglos VI y VII. Tipología, producción y uso en ámbitos urbano y rural*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Alcalá de Henares: 54.

<sup>141</sup> Reynolds, P. 1993. *Settlement and Pottery in the Vinalopó Valley (Alicante, Spain). AD 400-AD 700*. Oxford: BAR International Series 604: 20.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	98/807





unificadores de Leovigildo<sup>142</sup>. ¿Es posible que Leovigildo estableciese un monopolio sobre la producción de vidrio? Existen, en cualquier caso, indicios bastante claros de que la producción de vidrio era una actividad centralizada en Recópolis. Para empezar, los talleres están situados en una fila de *tabernae* regulares y bien planificadas, de forma y técnica constructiva homogéneas, a ambos lados de la principal avenida ceremonial y, por tanto, formaban parte del plano original de la ciudad<sup>143</sup>. Una hilera similar, en concepción y morfología, de *tabernae* ha podido ser identificada en Sardis (Turquía)<sup>144</sup>, y el taller de vidrio de Beit She'an (Israel) acaso responda a un patrón similar<sup>145</sup>. Es interesante señalar que estas *tabernae* también incluían un taller de joyería, con escorias metálicas, moldes bivalvos para pendientes, balanzas, un horno, etc.<sup>146</sup>, y que una compilación legislativa de mediados del siglo VII da testimonio de la existencia en, o en las cercanías de, el palacio de un grupo de orfebres serviles que operaban bajo la supervisión de un funcionario real conocido como *praepositus argentariorum*<sup>147</sup>. Recordemos que la toréutica era una de las formas más destacadas de expresión artística en el reino visigodo<sup>148</sup>, y que el vidrio a veces jugaba un papel central en la decoración de lujosos objetos, como las coronas reales que forman parte del conocido como Tesoro de Guarrazar<sup>149</sup>. Llamativamente, herramientas de orfebre similares (balanzas, moldes, pesas, etc.) han sido localizadas en asociación con los restos de producción de vidrio hallados en Vega Baja<sup>150</sup>. Finalmente, las substanciales

<sup>142</sup> García, L. A. 1998. *Historia de la España visigoda*. Madrid: Cátedra: 131.

<sup>143</sup> Castro, M. y A. Gómez. 2008. "La actividad artesanal en Recópolis: la producción de vidrio". *Zona Arqueológica* 9: 117; Gómez de la Torre, A. 2017. *El vidrio en la submeseta sur en época visigoda, siglos VI y VII. Tipología, producción y uso en ámbitos urbano y rural*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Alcalá de Henares: 80-2.

<sup>144</sup> Harris, A. 2004. "Shops, retailing and the local economy in the Early Byzantine world: the example of Sardis". En K. Dark (ed) *Secular buildings and the Archaeology of Everyday Life in the Byzantine Empire*. Oxford: Oxbow Books: 91.

<sup>145</sup> Price, J. 2005. "Glass-working and glassworkers in cities and towns". En A. MacMahon y J. Price (eds) *Roman Working Lives and Urban Living*. Oxford: Oxbow: 182.

<sup>146</sup> Castro, M. y A. Gómez. 2008. "La actividad artesanal en Recópolis: la producción de vidrio". *Zona Arqueológica* 9: 118-9.

<sup>147</sup> *Liber iudiciorum, Lex Vis.* II, 4. 4.

<sup>148</sup> Ripoll, G. 1999. "Symbolic life and signs of identity in Visigothic times". En P. Heather (ed) *The Visigoths. From the Migration period to the Seventh Century. An Ethnographic Perspective*. San Marino: Boydell Press: 403-46.

<sup>149</sup> Perea, A (ed) 2001. *El tesoro visigodo de Guarrazar*. Madrid: CSIC.

<sup>150</sup> Olmo, L. 2009. "La Vega Baja en época visigoda: una investigación arqueológica en construcción". En M. Gallego, J. García, R. Izquierdo, J. de Juan, L. Olmo, D. Peris y R. Villa (eds) *La Vega Baja de Toledo*. Toledo: Toletum Visigodo: 88.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	99/807





acumulaciones de vidrio fragmentado encontradas en Recópolis sugieren que el vidrio estaba siendo recopilado a nivel regional y trasladado a Recópolis para su reciclaje.

Dado que los visigodos dependían del Mediterráneo oriental para el abasto de vidrio, aparte del reciclaje, ¿es plausible que el vidrio tuviese un valor simbólico precisamente por esta conexión oriental-bizantina? El eje principal del programa ideológico movilizad por Leovigildo era su deseo de investir a la monarquía visigoda con principios ideales que apuntaban directamente al estado bizantino, que desde el siglo VI puede considerarse la referencia cultural por excelencia en el mundo mediterráneo<sup>151</sup>. Siguiendo esta política de *aemulatio imperii*, Leovigildo fue el primer monarca visigodo en vestirse al estilo de los emperadores bizantinos<sup>152</sup>, y a emitir moneda en esa capacidad<sup>153</sup>. También fundó ciudades – no sólo Recópolis, sino también Victoriaco y Eio-El Tolmo de Minateda – una atribución teóricamente reservada a los emperadores bizantinos (Leovigildo también tomó prestado el hábito de nombrar estas ciudades en honor a miembros de la familia real)<sup>154</sup>; es más, Recópolis y el área palacial de la Vega Baja fueron diseñadas para replicar la topografía de poder de Constantinopla,<sup>155</sup> algo acaso también reproducido en Falperra (Braga), una zona de edificios públicos erigidos por la monarquía sueva<sup>156</sup>. Durante las últimas décadas del siglo VI y el siglo VII, las relaciones comerciales y diplomáticas entre

<sup>151</sup> Ward-Perkins, B. 2000. "Constantinople: a city and its ideological territory". En G. P. Broglio, N. Gauthier y N. Christie (eds) *Towns and their Territories Between Late Antiquity and The Early Middle Ages*. Leiden: Brill: 329-30; Olmo, L. y M. Castro. 2012. "La época visigoda a través de la arqueología". En 711. *Arqueología e historia entre dos mundos*. Madrid: Museo Arqueológico Regional de Madrid: 60.

<sup>152</sup> García, L. A. 1998. *Historia de la España visigoda*. Madrid: Cátedra: 119-20.

<sup>153</sup> Olmo, L. 2009. "La Vega Baja en época visigoda: una investigación arqueológica en construcción". En M. Gallego, J. García, R. Izquierdo, J. de Juan, L. Olmo, D. Peris y R. Villa (eds) *La Vega Baja de Toledo*. Toledo : Toletum Visigodo: 74-5.

<sup>154</sup> García, L. A. 1998. *Historia de la España visigoda*. Madrid: Cátedra: 119-20; Olmo, L. 2008. "Recópolis: una ciudad en una época de transformaciones". *Zona Arqueológica* 9: 44-5; Olmo, L. 2009. "La Vega Baja en época visigoda: una investigación arqueológica en construcción". En M. Gallego, J. García, R. Izquierdo, J. de Juan, L. Olmo, D. Peris y R. Villa (eds) *La Vega Baja de Toledo*. Toledo: Toletum Visigodo: 74-5.

<sup>155</sup> García, L. A. 1998. *Historia de la España visigoda*. Madrid: Cátedra: 321; Mundell, M. 2000. "The Commercial Map of Constantinople". *Dumbarton Oaks Papers* 54: 202-3; Gómez de la Torre, A. 2017. *El vidrio en la submeseta sur en época visigoda, siglos VI y VII. Tipología, producción y uso en ámbitos urbano y rural*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Alcalá de Henares: 72-3. Este no es un atributo único de los visigodos. El deseo de emular la topografía de Constantinopla también fue manifestada por otros reinos germánicos, por ejemplo con la construcción de la Iglesia de los Santos Apóstoles por parte de Clovis, en París, en 511, la construcción de un circo en Milán por el lombardo Agilulfo en 602, y la posible zona palacial de Falperra.

<sup>156</sup> Real, M. L. 2000. "Portugal: cultura visigoda e cultura moçarabe". *Anejos de AEspa XXIII*: 27-8.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	100/807



Bizancio y Toledo fueron regulares<sup>157</sup>. Esto no debe de resultar sorprendente. Las antiguas narrativas que establecían una separación nítida entre distintos grupos étnicos – los visigodos por un lado y los hispano-romanos por el otro – han sido desacreditadas de modo contundente; de hecho, pocos discuten que ningún pueblo germánico asumió la cultura romana con tanto entusiasmo como los visigodos<sup>158</sup>.

Tenemos, por tanto, indicios sólidos de que la posición de las zonas industriales de Recópolis y la Vega Baja serían una expresión directa y explícita de principios ideológicos a través de una práctica económica presentada de forma abierta e intencionada. El vidrio era un material con asociaciones orientales directas; el vidrio en bruto sólo estaba disponible a través del comercio a larga distancia, y era empleado de forma abundante en la toréutica, la forma visigoda de artesanía con mayor proyección simbólica. Es por tanto plausible pensar que la corona visigoda hiciera alarde de los objetos de vidrio, y no sólo de los objetos, sino del proceso por el que estos eran producidos. Más que una presencia molesta, la actividad industrial en los alrededores del palacio podrían estar enviando señales de grandeza.

Es cuando menos llamativo que esta “anomalía” en la distribución de las zonas de producción coincida con la anomalía que comentábamos con anterioridad con respecto a la distribución de las composiciones químicas. Las únicas tandas de análisis que contradicen el predominio de los vidrios egipcios son los que corresponden a Recópolis y a una serie de yacimientos rurales en su entorno inmediato (ver *supra*). En estos yacimientos, no sólo es que los vidrios sirio-palestinos predominen en número, sino que estos aparecen reciclados en mayor proporción que en ningún otro yacimiento de la Península Ibérica de los estudiados hasta el momento. Esto resulta especialmente significativo si tenemos en cuenta que los vidrios sirio-palestinos sólo presentan indicios de haber sido sometidos a prácticas de reciclaje de forma excepcional. Es también destacable la considerable presencia de vidrio en estos yacimientos, con hasta 51 formas reconocidas en Gózquez, dieciocho en Las Dehesillas

<sup>157</sup> Thompson, E. A. 1969. *The Goths in Spain*. Oxford: Clarendon Press: 20-1.

<sup>158</sup> Jiménez, A. M. 1995. “Consideraciones sobre la trama social de la Hispania temprano visigoda”. *Pyrenae* 26: 1894-5; Wickham, C. 2005. *Framing the Early Middle Ages. Europe and the Mediterranean 400-800*. Oxford: Oxford University Press: 664-5; Wood, I. 1999. “Social relations in the Visigothic kingdom from the fifth to the seventh century: the example of Mérida”. En P. Heather (ed) *The Visigoths. From the Migration period to the Seventh Century. An Ethnographic Perspective*. San Marino: Boydell Press: 193.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	101/807



y diez en Los Berrocales<sup>159</sup>. Si bien esto no es único de estos yacimientos, ya que existen otros yacimientos rurales en la Península (más allá de las necrópolis), con gran cantidad de objetos de vidrio en estas cronologías (por ejemplo Villaclara de Castellfollit y Puig Rom, en Cataluña<sup>160</sup>), lo cierto es que estas colecciones tan amplias son raras en contextos rurales, con lo que puede especularse con que esta abundancia en la Comunidad de Madrid responda nada más que a la proximidad de Recópolis, que con ello extendería su “anomalía” química a su entorno inmediato, sin que esto tenga mayores consecuencias para las pautas generales de la distribución del vidrio, en contra de la reciente propuesta de De Juan y colaboradores<sup>161</sup>. Es interesante explorar la posibilidad de que, si asumimos el papel del vidrio como material prestigioso, estas piezas llegasen a los yacimientos rurales mencionados a través de una dinámica de don-contradón; es quizás conveniente recordar que las dinámicas de don-contradón ocupan bastante más espacio en el *Liber Iudicorum* que las transacciones comerciales *sensu stricto*.

#### *La organización del abasto de vidrio.*

¿Cómo se organizaba el suministro de vidrio? Como hemos anotado con anterioridad, este periodo fue testigo de un activo comercio entre la Península Ibérica y el Mediterráneo. Ya era conocida la presencia de importaciones mediterráneas en la zona de Levante (Valencia, Tarragona, Cartagena), y río arriba en los valles del Guadalquivir y el Guadiana, Sevilla y Mérida<sup>162</sup>, pero recientes excavaciones han demostrado su presencia también en zonas interiores de la Península. Ánforas

<sup>159</sup> Gómez de la Torre, A. 2017. *El vidrio en la submeseta sur en época visigoda, siglos VI y VII. Tipología, producción y uso en ámbitos urbano y rural*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Alcalá de Henares.

<sup>160</sup> Nolla, J. M. 1998. “Els objectes de vidre del Puig de les Murallles (Puig Rom, Roses)”. *Empúries* 51: 237-49; Enrich, J. J. Enrich y L. Pedraza. 1995. *Vilaclara de Castellfollit del Boix (El Bages) Un assentament rural de l'antiguitat tardana*. Igualada: Arqueoanoia.

<sup>161</sup> De Juan, J., A. Vigil-Escalera, Y. Cáceres y N. Schibile. 2019. “Changes in the supply of eastern Mediterranean glasses to Visigothic Spain”. *Journal of Archaeological Science* 107: 23-31.

<sup>162</sup> García, L. A. 1998. *Historia de la España visigoda*. Madrid: Cátedra: 293-4; Vizcaino, J. 2007. “La presencia bizantina en Hispania”. *Antigüedad y Cristianismo* XXIV: 293-4.



mediterráneas, vajillas, cerámicas comunes, etc. han sido identificadas en centros conectados con la superestructura política visigoda como Recópolis, Vega Baja, Los Hitos (Toledo), El Tolmo de Minateda (Albacete)<sup>163</sup>, etc., pero también, y esto enlaza con lo que veíamos hace un instante, en otro tipo de yacimientos, como el yacimiento rural de Gózzquez, en las cercanías de Madrid<sup>164</sup>. Parece claro que el vidrio, en forma de vidrio en bruto o en fragmentos para el reciclaje, estaba llegando a la Península Ibérica en los mismos cargamentos.

La presencia de estas importaciones mediterráneas resulta poco sorprendente, si tenemos en cuenta cuán estrechamente se ligaba el prestigio de la corona visigoda con la idea de Oriente. Igualmente, dada la presencia de la provincia bizantina de *Spania* en la costa levantina, es posible especular con que la mayor parte de este comercio mediterráneo se canalizase a través de los puertos bizantinos, incluyendo Cartagena, Málaga y *Iulia Traducta* (actual Algeciras), y tenemos evidencias de peso que indican que efectivamente fue así, como los abundantes almacenes portuarios que han sido excavados en estas ciudades. Aunque se ha afirmado que, en lo que se refiere al volumen comercial, el establecimiento de una provincia bizantina en Hispania tuvo pocas consecuencias<sup>165</sup>, la naturaleza de los productos importados sí experimentó un cambio substancial. Esto indica que el renovado sistema de la *annona* se convertiría en un factor comercial de primer orden. Tras la conquista bizantina de la franja costera que había de constituirse como *Spania*, el ratio de importaciones africanas/orientales experimentó un vuelco brusco. Importaciones africanas tales como los tipos Keay LXI, LXII y XXVI (*spatheia*), pasaron a dominar los conjuntos bizantinos de forma abrumadora, mientras que los tipos orientales (LR1 y LR4) se hicieron mucho menos frecuentes, dando la impresión de que el suministro de la Península Ibérica dependía fundamentalmente de la antigua *Proconsularis*, también una posesión bizantina desde 533<sup>166</sup>. El cuadro en Recópolis es muy similar: la mayoría de las importaciones (ánforas,

<sup>163</sup> Bonifay, M. y D. Bernal. 2008. "Recópolis, paradigma de las importaciones africanas en el visigothorum regnum. Un primer balance." *Zona Arqueológica* 9: 102-3.

<sup>164</sup> Gómez de la Torre, A. 2017. *El vidrio en la submeseta sur en época visigoda, siglos VI y VII. Tipología, producción y uso en ámbitos urbano y rural*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Alcalá de Henares: 203-4.

<sup>165</sup> Vizcaino, J. 2007. "La presencia bizantina en Hispania". *Antigüedad y Cristianismo* XXIV: 289-91.

<sup>166</sup> Vizcaino, J. 2007. "La presencia bizantina en Hispania". *Antigüedad y Cristianismo* XXIV: 297-300; García Vargas, E. 2011. "Oriental trade in the Iberian Peninsula during Late Antiquity (4<sup>th</sup>-7<sup>th</sup> centuries

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	103/807



lámparas y piezas de vajilla) recuperadas son de origen norteafricano, y las excavaciones que se vienen desarrollando en otros yacimientos están arrojando resultados parecidos.

En la costa atlántica el panorama es distinto y mucho más complejo. En ciudades como Braga y *Olissipo* (actual Lisboa) las cerámicas finas norteafricanas dominan los conjuntos durante la primera mitad del siglo VI, pero las ánforas orientales superan con mucho en número a las africanas<sup>167</sup>. De acuerdo con los datos disponibles hasta la fecha, la llegada de productos orientales parece cesar en torno al 550, con la única excepción del puerto de Vigo. Allí, a partir de c. 560, las cerámicas finas africanas son reemplazadas por géneros focéos, mientras que las ánforas seguían siendo predominantemente orientales. Se ha demostrado que estas importaciones continúan, como mínimo, hasta la década de los 620 o 630<sup>168</sup>.

Regresando al asunto del vidrio, desafortunadamente no contamos con pistas tipológicas, como las que si encontramos en la cerámica, para ayudarnos a decidir si las mismas pautas comerciales también resultan aplicables a este material. Debe ser así, si aceptamos la premisa de que el vidrio acompañaría a otras mercancías más voluminosas, pero no tenemos una evidencia lo suficientemente sólida como para probarlo. Las evidencias composicionales que hemos examinado más arriba parecen dejar fuera de toda duda que el vidrio como materia prima procedía necesariamente del Mediterráneo oriental, pero no estamos todavía en condiciones de afirmar por medio de qué mecanismos. En todo caso, resultaría extraño que estos difiriesen en gran medida de los que servían para canalizar mercancías de mayor importancia comercial y logísticamente más exigentes.

Una excepción a esta pobreza de datos reside en el posible papel jugado por el reino suevo del noroeste en el abasto de vidrio de parte de la fachada atlántica

AD): an archaeological perspective". En D. Hernández (ed) *New Perspectives on Late Antiquity*. Newcastle Upon Tyne: Cambridge Scholars: 103.

<sup>167</sup> Morais, R. 2005: "From *Oppidum* to *Dives Bracara*: the city trade through the amphorae". En J.Mª Gurt i Esparraguera, J. Buxeda i Garrigós y M.A. Cau Ontiveros (eds) *1st International Conference on Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares and amphorae in the Mediterranean: Archaeology and Archaeometry (Barcelona, 14-16 March 2002)*. Oxford: BAR International Series 1340: 4-5.

<sup>168</sup> Fernández, A. 2014. *El comercio tardoantiguo (ss. IV-VII) en el noroeste peninsular a través del registro cerámico de la Ría de Vigo*. Roman and Late Antique Mediterranean Pottery 5. Oxford: Archaeopress: 129.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	104/807



Europea. Como acabamos de ver, las dinámicas comerciales de las fachadas atlánticas y mediterráneas presentan muy diferentes atributos. Planteamientos tradicionales sostenían que el tráfico comercial en la fachada atlántica tras la caída del Imperio Romano de Occidente sería muy limitado, y que los productos orientales llegarían a las costas atlánticas por la ruta fluvial del Rin, el Sena y el Garona<sup>169</sup>. Recientes reevaluaciones de la evidencia arqueológica, sin embargo, están indicando que la distribución de productos orientales llegados a las Islas Británicas no suponen un caso aislado como estos planteamientos tradicionales sostenían, sino que se reproducen en diversos puntos de la costa atlántica de la Península Ibérica al menos hasta mediados del siglo VI, cuando estas importaciones se interrumpen bruscamente, excepto en puntos muy definidos, como Vigo. Esto parece indicar que la Península Ibérica jugaba un papel importante en el tránsito de unos productos que estaban llegando por mar, y no por las rutas fluviales francesas<sup>170</sup>.

Además de la aparición de las mismas tipologías cerámicas, las excavaciones desarrolladas en un número creciente de yacimientos están detectando una serie de tipologías de vidrio compartidas, especialmente un tipo de cuencos semiprofundos, que Mario da Cruz ha bautizado en portugués como “taças campanuladas” (ver Figura 2.25). Mario da Cruz ha propuesto, creo que correctamente, que esta tipología se desarrolla en el noroeste a mediados del siglo V y se continúa produciendo durante el siglo VI. Las razones que justifican la atribución son variadas, desde su absoluta ubicuidad (aparecen en todos los yacimientos en los que hay vidrio), hasta el hecho de que componen al menos la mitad del número total de formas identificadas<sup>171</sup>; aún más importante, varias piezas, de forma altamente estandarizada, fueron encontradas en contextos productivos en c/Rosalía de Castro (Vigo), demostrando una producción

<sup>169</sup> Lewis, A. 1978. *The Northern Seas. Shipping and Commerce in Northern Europe AD 300-1100*. Nueva York: Octagon Books.

<sup>170</sup> Campbell, E. 1995. “New evidence for Glass vessels in Western Britain and Ireland in the 6<sup>th</sup>/7<sup>th</sup> centuries AD”. En D. Foy (ed) *Le verre de l'Antiquité Tardive et du Haut Moyen Age. Typologie-Chronologie-Diffusion*, Guiry-en-Vexin: 36; Duggan, M. 2018. *Links to Late Antiquity. Ceramic exchange and contacts on the Atlantic Seaboard in the 5<sup>th</sup> to 7<sup>th</sup> centuries AD*. Oxford: BAR British Series 639. BAR.

<sup>171</sup> da Cruz, Mario. 2014. “Campanulate bowls from Gallaecia: evidence for regional glass production in late antiquity”. En D. Keller, J. Price y C. Jackson (eds) *Neighbours and Successors of Rome. Traditions of glass production and use in Europe and the Middle East in the later first millennium AD*. Oxford: Oxbow Books: 64.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	105/807



serial del tipo<sup>172</sup>. En Gran Bretaña, el tipo, y otros que tienen paralelos tipológicos estrechos con otras formas noroccidentales, han sido hallados en numerosos yacimientos de estas mismas cronologías, en compañía de importaciones mediterráneas, algunos de ellos de gran relevancia: Trethurgy<sup>173</sup>, Whithorn y St Ninian<sup>174</sup>, Cadbury Congressbury<sup>175</sup>, The Mote of Mark<sup>176</sup> y Tintagel<sup>177</sup>, por mencionar sólo los más destacados. Estas atribuciones parecen seguras, dado que entre los hallazgos de la zona industrial de Rosalía de Castro se han hallado una serie de cuencos decorados por abrasión cuyas réplicas casi exactas han sido localizadas en el Reino Unido. El ejemplo que resulta quizás más llamativo son dos cuencos con una leyenda en el interior (es decir, para ser leída por el usuario del cuenco en el momento de beber), que se ha desarrollado como “SEMPER [VIVAS]”, uno de ellos localizado en Vigo y el otro en Holme Pierremont (Nottinghamshire, Gran Bretaña), y actualmente en el Museo Británico<sup>178</sup>. Existen pocas dudas de que estos dos recipientes fueron ejecutados por el mismo taller, si no por el mismo artesano (ver Figuras 2.26 y 2.27).

Además de esta formidable evidencia tipológica, existen indicios indirectos de que el noroeste de la Península Ibérica puede también haber jugado un importante papel en el abasto de vidrio en bruto de las Islas Británicas. Como comentábamos con anterioridad, las importaciones de productos mediterráneos cesan en las mismas a mediados del siglo VI, mientras que la llegada de importaciones francesas (como las cerámicas conocidas como “E ware”) continúan sin interrupción. También a partir de mediados del siglo VI se produce un cambio notable en la composición química de los

<sup>172</sup> Fernández, A. 2016. *Emporium. Mil años de comercio en Vigo*. Vigo: Concello de Vigo: 98.

<sup>173</sup> Price, J. 2004. “Romano-British and early Post-Roman glass vessels and objects”. En E. Quinell (ed) *Trethurgy. Excavations at Threthurgy Round, St. Austell: Community and Status in Roman and Post-Roman Cornwall*. Cornwall: Cornwall County Council: 85-92.

<sup>174</sup> Campbell, E., P. Hill y J. Price. 1997. “The Early Medieval Imports”. En P. Hill (ed) *Whithorn and St Ninian. The Excavation of a Monastic Town 1984-91*. Stroud: The Whithorn Trust and Sutton Publishing: 297-326.

<sup>175</sup> Price, J., S. Hirst, L. Watts y M. Guido. 1992. “Glass”. En P. Rahtz, A. Woodward, I. Burrow, A. Everton, L. Watts, P. Leach, S. Hirst, P. Fowler y K. Gardner (eds). *Cadbury Congressbury 1968-73. A late/post-Roman hilltop settlement in Somerset*. Oxford: BAR British Series 223.: 131-44.

<sup>176</sup> Campbell, E. 2006. “Early Medieval Glass”. En L. Lang y D. Longely (eds) *The Mote of Mark. A Dark Age Hillfort in South-West Scotland*. Oxford: Oxbow: 105-109.

<sup>177</sup> Barrowman, R., C. Batey y C. Morris. 2007. *Excavations at Tintagel Castle, Cornwall, 1990-1999*. Londres: The Society of Antiquaries of London.

<sup>178</sup> Price, J. 2000. “Late Roman glass vessels in Britain and Ireland from AD 350 to 410 and beyond”. *British Museum Occasional Papers* 127: 24; Fernández, D. 2014. *El comercio tardoantiguo (ss. IV-VII) en el Noroeste peninsular a través del registro cerámico de la Ría de Vigo*. Oxford: Archaeopress: 98.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	106/807





vidrios disponibles en las islas, con la aparición de composiciones que delatan el añadido de cenizas vegetales al vidrio (grupo que Ian Freestone ha etiquetado como “Saxon II”) para “inflar” la cantidad de vidrio disponible, lo que se ha interpretado como el resultado de una carestía de vidrio fresco, que como hemos venido viendo, tenía en todos los casos un origen mediterráneo<sup>179</sup>. Parece evidente que si el vidrio hubiese llegado a través de Francia, esto no se habría producido, ya que las importaciones francesas siguen llegando sin interrupción.

Es conveniente recordar en este punto que la actividad de los talleres de vidrio del noroeste parece cesar igualmente en la segunda mitad del siglo VI, coincidiendo más o menos con la anexión del reino suevo por parte de Leovigildo. Sabemos, sin embargo, que las importaciones mediterráneas siguieron llegando a la costa atlántica, aunque ahora parecen centralizarse en el puerto de Vigo<sup>180</sup>. Parece bastante probable que esta anexión tuviese como objeto fundamental precisamente el control (y fiscalización) de los flujos comerciales que pasaban por la costa atlántica. La actitud expansionista del reino visigodo activó las alarmas en el reino suevo, como demuestra la embajada encabezada por Martín de Braga, y que el mismo menciona en una carta fechada con anterioridad al 579 (Martín de Braga, *De Trina Mersione*, 3. 32-33)<sup>181</sup>. En su *Historia Francorum* (VIII, 5-35), Gregorio de Tours nos informa de la intervención del reino visigodo, en tiempos de Leovigildo, en la costa cantábrica, para interrumpir las flotas comerciales que navegaban por el Golfo de Vizcaya, e incluso es posible que para desterrar la influencia franca en las costas cantábricas, que de acuerdo con un texto del Pseudo-Fregedario (*Chron.* IV.33) serían tributarias de los francos.

<sup>179</sup> Freestone, I., M. J. Hughes y C. Stapleton. 2008. “The Composition and Production of Anglo-Saxon Glass”. En S. Marzinzik (ed) *Catalogue of Anglo-Saxon Glass in the British Museum*. British Museum Research Publication 167: 37-9; Paynter, S., S. Jennings y J. Price. 2014. “Glassworking at Whitby Abbey and Kirdale Minster in North Yorkshire”. En D. Keller, J. Price and C. Jackson (eds) *Neighbours and Successors of Rome. Traditions of glass production and use in Europe and the Middle East in the later first millennium AD*. Oxford: Oxbow Books: 34.

<sup>180</sup> Fernández, D. 2014. *El comercio tardoantiguo (ss. IV-VII) en el Noroeste peninsular a través del registro cerámico de la Ría de Vigo*. Oxford: Archaeopress.

<sup>181</sup> Vallejo Girves, M. 1994. “La embajada sueva en Constantinopla o la búsqueda de un aliado contra la amenaza visigoda (sg. VI)”. *Estudios Humanísticos. Geografía, historia y arte* 16: 64.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	107/807



Por otro lado, no encuentro justificada la afirmación de que las leyes comerciales visigodas (cuya función principal era la regulación y fiscalización de los tránsitos portuarios) resultasen sólo de aplicación a los puertos del Mediterráneo<sup>182</sup>.

¿Qué motivos llevaron al reino visigodo a decidirse a intervenir en el noroeste precisamente en este momento? La arqueología confirma que los flujos comerciales entre la fachada atlántica peninsular y las Islas Británicas venían de antiguo. La respuesta parece estar en la minería, especialmente del estaño, que pareció reactivarse en el noroeste en la primera mitad del siglo VI, continuando en el VII<sup>183</sup>, situando al noroeste como competidor directo de las Islas Británicas. Una vez que los comerciantes orientales no habían de hacer la peligrosa singladura entre Galicia y las Islas Británicas, al encontrar el producto que acudían a buscar, el estaño, en la Península Ibérica, el comercio con estas cesó, quedándose en el noroeste y despertando el interés de los visigodos. Es más, esto explicaría la anomalía que supone el puerto de Vigo, donde las mercancías orientales parecen centralizarse entre finales del siglo VI y mediados del siglo VII, abriendo la posibilidad de que Leovigildo y su sucesor Recaredo hiciesen del puerto un “puerto de comercio” en la definición de Karl Polanyi<sup>184</sup>, como por otro lado parece también derivarse de la Lex XI. 3. 2. *Recc. Erv. Antigua (Liber Iudicorum)*, que parece establecer un régimen legal y judicial propio para los comerciantes.

XI. 3. 2. *Recc. Erv. Antigua* Que los mercaderes transmarinos pleiteen según sus leyes y ante sus jueces y perceptores de rentas o alcabalas (*telonariis*). Cuando los mercaderes transmarinos tienen entre ellos alguna causa que no pretenda nadie de nuestras sedes (*sedibus*) darles audiencia (*audire*), si no que sean juzgados únicamente según sus leyes y ante sus jueces y perceptores de las rentas o alcábalas (*telonarios suos*).<sup>185</sup>

<sup>182</sup> Marriezkurrena, S. 1999. “Puertos y comercio marítimo en la España visigoda”. *POLIS* 11: 148-9.

<sup>183</sup> Sánchez, J. C. 2014. “Sobre las bases económicas de las aristocracias en la Gallaecia suevo-visigoda (ca. 530-650 D. C.). Comercio, minería y articulación fiscal”. *Anuario de Estudios Medievales* 44: 990-1.

<sup>184</sup> Polanyi, K. 1963. “Ports of Trade in Early Societies”. *The Journal of Economic History* 23: 30-45.

<sup>185</sup> Ramis Serra, P. y Rafael Ramis Barceló. 2015. *Liber Iudicorum. Traducción y notas*. Madrid: Boletín Oficial del Estado.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	108/807



### Conclusiones

Como ha quedado expuesto con claridad a lo largo de todo el capítulo, desde el punto de vista tecnológico la Península Ibérica se mantiene dentro de las mismas pautas que resultan visibles en todo el Mediterráneo. Aunque muy activa y con posibles implicaciones simbólicas y políticas, la manufactura de objetos de vidrio dependió durante todo el periodo del abasto externo de vidrio o de las prácticas de reciclaje, aunque esto no implica que dichas actividades fuesen rudimentarias. El conocimiento manifestado por el uso experto de cromóforos en la toréutica visigoda así lo atestigua, así como el posible desarrollo de un sector industrial de proporciones significativas de cara a la exportación en el noroeste. Además de las evidencias composicionales, la presencia de grandes cantidades de objetos de vidrio en estado fragmentario en pecios excavados en el Mediterráneo<sup>186</sup>, indican una gran actividad que la producción de los hornos primarios del Mediterráneo oriental no acababan de satisfacer por sí solos a pesar de su producción a gran escala.

Desde el punto de vista composicional, se aprecia, como en el resto del Mediterráneo, un predominio claro de los vidrios de origen egipcio, que nosotros hemos denominado como “familia HIMT” a lo largo del capítulo. Los motivos que llevan a este predominio no acaban de estar claros, pero una propuesta reciente atribuye este éxito al hecho de que estos vidrios se prestan al soplado a una temperatura menor que otros tipos, en torno a los 40 °C, lo que redundaría en un considerable abaratamiento de costes<sup>187</sup>. Se ha incluso planteado la posibilidad de que estos vidrios fuesen dotados de su característica coloración verdosa-amarillenta de manera intencionada, para hacerlos más reconocibles para los sopladores y más fáciles de vender. Es de suponer que el ahorro de costes también repercutiría en el precio

<sup>186</sup> Por ejemplo, Port-Vendrés 1. Foy, D. y M- D. Nenna. 2001. *Tout feu tout sable. Mille ans de verre antique dans le Midi de la France*. Marsella: Musées de Marseille: 112; Foy, D. 2009. “Les apports de verres de Méditerranée orientale, en Gaule méridionale, aux I<sup>er</sup> et V<sup>e</sup> siècles”. In K. Janssens, P. Degryse, P. Cosyns, J. Caen y L. Van’t dack (eds) *Annales du 17<sup>e</sup> Congress de l’Association Internationale pur l’Histoire du Verre*. Amberes: University Press Antwerp: 121.

<sup>187</sup> Como se insiste repetidamente en esta tesis, el combustible es el principal factor de coste en la producción tradicional de vidrio, como también evidenció la investigación etnológica llevada a cabo por Robert Brill entre unos sopladores de vidrio que seguían tradiciones antiguas en Afganistán. Brill, R. 1979. “A small glass factory in Afghanistan”. *Glass Art Society Journal* 1979: 26.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	109/807



final de los objetos terminados, justificando su popularidad más allá de sus características estéticas<sup>188</sup>.

Este capítulo ha evitado, de forma intencionada, establecer distinciones entre hispanorromanos y visigodos. Aunque la perspectiva tradicional de la España que va entre los siglos V y VIII sostenía la existencia de diferencias nítidas entre estos grupos poblacionales<sup>189</sup>, enfoques más recientes han demostrado que estas distinciones eran más artificiales que reales, emergiendo poco después de la llegada de los visigodos (que ya en sí mismos distaban de ser un grupo étnico compacto) una realidad social mucho más dinámica y difusa<sup>190</sup>. Esto se integra en recientes planteamientos históricos y arqueológicos que cuestionan de forma inapelable los paradigmas histórico-culturales del pasado, y rechazan la identificación de grupos étnicos con atributos dados en su cultura material<sup>191</sup>.

En este esfuerzo por romper las narrativas heredadas, que hacen que el estudio de este periodo resulte redundante, hemos también destacado la complejidad del panorama en lo que se refiere a la producción y uso del vidrio, en la línea de las sorprendentes conclusiones alcanzadas por Carolis en su estudio de la cultural material de Pompeya, y que delatan que, en muchos casos, la definición de distintos materiales como tipos “lujosos” y “populares” es sólo producto de nuestros prejuicios contemporáneos, más que de la realidad material del registro<sup>192</sup>.

<sup>188</sup> Freestone, I. P. Degryse, J. Lankton, B. Gratuze y J. Schneider. 2018. “HIMT, glass composition and commodity branding in the primary glass industry”. En D. Rosenow, M. Phelps, A. Meek y I. Freestone (eds) *Things that Travelled: Mediterranean Glass in the First Millennium AD*. Londres: UCL Press: 159-90.

<sup>189</sup> E.g. Thomsom, E. A. 1969. *The Goths in Spain*. Oxford: Clarendon Press: 147-8.

<sup>190</sup> Sánchez Velasco, J. y F. J. García Fernández. 2013. “Identidades y élites germánicas en la arqueología tardoantigua de la Bética: Estado actual de la investigación y perspectivas de estudio”. En D. Álvarez, D. Hernández y R. Sanz (eds) *El espejismo del bárbaro: Ciudadanos y extranjeros al final de la Antigüedad*. Castellón: Servei de Comunicació i Publicacions. Universitat Jaume I: 306-28.

<sup>191</sup> Jones, S. 1997. *The Archaeology of Ethnicity. Constructing identities in the past and present*. Londres: Routledge: 8; Pohl, W. 1998. “Conceptions of ethnicity in Early Medieval Studies”. En L. Little y B. Rosenwein (eds) *Debating the Middle Ages: Issues and Readings*. Oxford: Blackwell: 15-24; Eckardt, H. y H. Williams. 2003. “Objects without a past?” En H. Williams (ed) *Archaeologies of Remembrance. Death and Memory in Past Societies*. Nueva York: Kluwer: 156.

<sup>192</sup> Carolis destacó que, en las casas populares pompeyanas, el vidrio resultaba más abundante que las cerámicas finas, mientras que en las casas ricas, estas segundas eran mucho más frecuentes que las vajillas de vidrio. Carolis, E. 2004. “Il vetro nella vita quotidiana”. En B. Di Pasquale (ed) *Vitrum. Il vetro fra arte e scienza den mondo romano*. Florencia: Giunti: 71-9.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	110/807



### Capítulo 3.

#### El cambio tecnológico de la Alta Edad Media.

##### *Introducción.*

Como hemos venido viendo a lo largo de todo el capítulo anterior, los vidrios de la época tardorromana y los primeros siglos del medievo se caracterizaban, en general, por haber sido producidos con fundentes minerales, aunque ya vimos la existencia de algunos vidrios cuya composición química parece indicar el uso de álcalis mixtos (minerales y vegetales). Las primeras décadas del siglo IX van a ser testigos de una transformación dramática del proceso de producción primaria del vidrio, como es la sustitución de estos fundentes minerales por otros obtenidos de las cenizas de diversas plantas ricas en soda o en potasio.

Las consecuencias de esta transformación fueron de hondísimo calado. Pasamos de un sistema centralizado, en el que la producción de vidrio depende de unos álcalis procedentes de una región muy restringida geográficamente, a uno en el que los fundentes pueden ser encontrados prácticamente en todas las regiones. Consecuentemente, se pasa de un sistema en el que la producción de vidrio se limitaba a un grupo muy limitado de centros de producción, que tenían acceso directo a los fundentes, a la posibilidad de producción primaria independiente a nivel local y regional. Además de esto, como veremos más abajo, parece probable que la adopción de estos fundentes aumentase de forma sensible el rango de arenas potencialmente vitrificables. En el Mediterráneo, las especies de plantas empleadas se caracterizan por su tolerancia a los entornos salinos, mediante la secreción de iones inorgánicos, incluyendo sodio  $\text{Na}^+$  y potasio  $\text{K}^+$ , que forman células independientes que protegen los órganos de la planta. Con la incineración de la planta, el agua y buena parte de los elementos orgánicos se volatilizan, lo que resulta en unas cenizas cuyos contenidos de álcalis se prestan a la producción de vidrio. Dado que la absorción de álcalis por parte

de las plantas depende en gran medida de las condiciones ambientales y la especie<sup>1</sup>, el proceso de absorción incluye otros iones junto con los álcalis, incluyendo el magnesio ( $Mg^{2+}$ ) y el calcio ( $Ca^{2+}$ ), que también se harán presentes en la composición de los vidrios en cantidades significativas<sup>2</sup>.

Es conveniente, de cualquier manera, recordar que, aparte de los vidrios con álcalis mixtos que en el capítulo anterior catalogábamos como vidrios MAGBY, la producción de vidrio con cenizas vegetales nunca cesó en la zona de Mesopotamia desde la aparición de los primeros vidrios en el segundo milenio b. C., como demuestra no sólo la evidencia composicional sino también la existencia de tablillas en cuneiforme que dan explicaciones detalladas del proceso<sup>3</sup>. Esta tradición se mantuvo en el Imperio Sasánida, cuyo contacto con el Próximo Oriente puede haber jugado un papel notable en la vuelta a esta tradición productiva en el Mediterráneo<sup>4</sup>.

A la hora de hacer una caracterización histórica de este proceso, sin embargo, contamos con muchas más dudas que certezas. Para empezar, no sabemos los motivos que llevaron a adoptar este cambio tan fundamental en las técnicas básicas de producción de vidrio, aunque se han presentado varias propuestas. Las dos más seguidas son aquellas que interpretan el cambio tecnológico como el resultado de problemas en el abastecimiento de natrón del Delta del Nilo, bien como consecuencia de condiciones climáticas más frías, que reducirían la evaporación de los lagos salinos en los que éste se forma naturalmente, o como resultado de la situación de inestabilidad política que sacudió la región, especialmente en el siglo IX, pero ya con anterioridad al mismo<sup>5</sup>. Alertando sobre la posibilidad de que esta transformación no

<sup>1</sup> Barkoudah, Y. and J. Henderson. 2006. "Plant ashes from Syria and the manufacture of ancient glass: ethnographic and scientific aspects". *Journal of Glass Studies* 48: 297-321.

<sup>2</sup> Duckworth, C. y D. Govantes-Edwards. En prensa. "Glass production in al-Ándalus: new chemical data from Malaga". En J. López Rider y R. Córdoba de la Llave (eds) *Proceedings of Conference Technical Knowledge in Europe. 2015*.

<sup>3</sup> Oppenheim, L. A., R. H. Brill, D. Barag y A. von Saldern (eds) *Glass and Glassmaking in Ancient Mesopotamia. An Edition of the Cuneiform Texts Which Contain Instructions for Glassmakers With a Catalogue of Surviving Objects*. Corning, Nueva York: Corning Museum of Glass.

<sup>4</sup> Henderson, J. 2012. *Ancient Glass. An Interdisciplinary Exploration*. Cambridge: Cambridge University Press: 265-6; 291; Simpson, S.-J. 2014, "Sasanian glass: an overview". En D. Keller, J. Price y C. Jackson (eds.), *Neighbours and Successors of Rome*. Oxford: Oxbow: 200-231.

<sup>5</sup> Shortland, A.J., L. Schachner, I. Freestone, I y M. S. Tite. 2006. "Natron as a flux in the early vitreous materials industry: sources, beginnings and reasons for decline." *Journal of Archaeological Science* 33 (4): 527-8; Sagui, L. 2007. "Glass in Late Antiquity: the continuity of technology and sources of supply".

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	112/807



se deba, al menos en exclusiva, a la carestía de la materia prima que estaba siendo sustituida, Julian Henderson apunta la interesante posibilidad de que el cambio tuviera una dimensión ideológica, siendo estimulada desde el estado califal para la producción de un tipo de vidrio que pudiera considerarse verdaderamente “musulmán”, al distinguirse de la producción anterior<sup>6</sup>. En esta hipótesis pesan mucho las circunstancias en las que parece haberse desarrollado parte de esta transición tecnológica, como veremos enseguida. Es también interesante cuestionarse la posibilidad de que las necesidades rituales prescritas por el Islam tuviesen como resultado, tras la conversión de grandes sectores de la población, un proceso inflacionario sobre las materias primas empleadas en la producción de jabón, como el natrón, obligando a la búsqueda de alternativas. Como veremos en el Capítulo 5, la demanda de cenizas por parte de los vidrieros de Sevilla a finales del siglo XV y principios del XVI era minúscula en comparación con la de las almonas de la ciudad, y cabe preguntarse si el advenimiento del Islam en el Próximo Oriente y el Mediterráneo Oriental no pudo haber tenido un resultado similar, y si el sector jabonero no desplazó al del vidrio en el acceso a las materias primas, forzando la búsqueda de soluciones técnicas alternativas.

Sí conocemos las fechas aproximadas en las que esta transformación tecnológica quedó consumada en el Mediterráneo Oriental y el Próximo Oriente, por una serie de afortunadas circunstancias. Primero, el hallazgo de una serie de pesas oficiales selladas y fabricadas en vidrio, cuyas leyendas permiten una datación bastante precisa. Basándose en la lectura de estos sellos y su composición química, Sayre and Smith fecharon las últimas pesas de natrón en 833-842, y las primeras de cenizas vegetales en 848-849<sup>7</sup>. Por su parte, Gratuze y Barrandon sitúan las últimas

En I. Lavan, E. Zanini y A. Sarantis (eds) *Technology in Transition A.D. 300-650*. Leiden y Boston: Brill: 214.

<sup>6</sup> Henderson, J. 2012. *Ancient Glass. An Interdisciplinary Exploration*. Cambridge: Cambridge University Press: 266.

<sup>7</sup> Sayre, E. V. y R. W. Smith. 1974. “Analytical studies of ancient Egyptian glass”. En A. Bizhay (ed) *Recent advances in the Science and Technology of materials*. Nueva York: Plenum: 47-70. Unas pesas similares están atestiguadas en el tratado de *hisba* de Ibn ‘Abdūn, fechado en Sevilla en el siglo XII. García Sanjuán, A. 1997. “La organización de los oficios en al-Ándalus a través de los manuales de *hisba*”. *Historia, Instituciones, Documentos* 24: 222; Escartín, E. 2004. *Estudio económico sobre el tratado de Ibn Abdūn. El vino y los gremios en al-Ándalus antes del siglo XII*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Sevilla: 138.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	113/807





pesas de natrón en una fecha más tardía, en la década de 880<sup>8</sup>. Por otro lado, el hallazgo de una importante zona industrial en al-Raqqā (Siria), que incluía importantes instalaciones de fundición de vidrio, y los análisis llevados a cabo en los vidrios asociados, ha llevado a Henderson y colaboradores a sugerir el posible papel de dichas instalaciones, y del estado califal que estuvo detrás de su construcción, en el desarrollo de la nueva tecnología. Estos vidrios presentan un rango composicional muy amplio, incluyendo tanto vidrios de fundente mineral y como vidrios de fundente vegetal, hallados todos ellos en unos contextos situados en las primeras décadas del siglo IX<sup>9</sup>. Esta variabilidad composicional, no habitual en zonas de producción primaria, donde los vidrios suelen tener similares características composicionales, parece indicar que un intenso proceso de experimentación con distintos ingredientes estaba teniendo lugar<sup>10</sup>.

De cualquier manera, si bien parece que el proceso de cambio en las zonas “nucleares” clásicas de producción de vidrio quedó consumado en el siglo IX, el proceso que llevó a su expansión por el Mediterráneo resulta mucho peor conocido, tanto en lo que se refiere a los procesos de transmisión del conocimiento por los que se produjo como a su propia cronología. Es importante recordar que, aunque la nueva tecnología desarrollada en el Mediterráneo oriental hacía la producción de vidrio más accesible en lo que se refiere al abasto de materias primas, la tecnología aplicada seguía siendo compleja, con lo que sería absurdo esperar la adopción automática de la misma, especialmente en puntos muy distantes del Próximo Oriente, como es la Península Ibérica. Tampoco podemos asumir, como se ha venido haciendo con demasiada frecuencia, que ese fuese el proceso que llevó a la adopción de estos fundentes en la Península Ibérica.

<sup>8</sup> Gratuze, B, y J-N. Barrandon. 1989. “Caractérisation par des methods d’analysis nucléaires de la technologie de fabrication des poids monétaires et estampilles islamiques en verre”. En *Technique et science, les arts du verre; actes du colloque de Namur*. Namur: Facultes Universitaires Notre Dame de la Paix: 41.

<sup>9</sup> Henderson, J., K. D. Challis, S. O’Hara y A. Gardner. 2005. “Experiment and innovation: Early Islamic industry at al-Raqqā, Syria”. *Antiquity* 79: 130-45.

<sup>10</sup> Henderson, J., S. D. McLoughlin y D. S. McPhail. 2004. “Radical changes in islamic glass technology: evidence for conservatism and experimentation with new glass recipes from early and middle Islamic Raqqā, Syria”. *Archaeometry* 46: 439-68.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	114/807



La transición, además, distó mucho de ser repentina. Los últimos siglos de la tardoantigüedad y los primeros de la Edad Media fueron siglos convulsos, en los que el flujo de mercancías no siempre estaba garantizado. Hemos visto en el capítulo anterior que el cese del suministro de vidrio “fresco” a las Islas Británicas llevó a un cambio forzado en la tecnología de producción de vidrio desde mediados del siglo VI. En realidad, los siglos VII y VIII se encuentran puntuados por diversos indicios de que el abasto de vidrio se enfrentaba a crecientes dificultades, aparte del indicado con anterioridad para las Islas Británicas, donde la escasez de vidrio en bruto comenzó aún antes<sup>11</sup>.

El abundante vidrio excavado en la Crypta Balbi, de Roma, ha permitido hacer una caracterización muy exacta de la evolución de sus composiciones, y si bien durante los siglos VII y VIII los vidrios siguen siendo vidrios de natrón, ha sido posible identificar muchos más fragmentos con altos contenidos de cobre, antimonio y plomo, entre otros indicadores composicionales, en el siglo VIII que en el VII, precisamente cuando se produce una acusada contracción de las importaciones cerámicas del Mediterráneo oriental y, presumiblemente, también de vidrio<sup>12</sup>. En Europa occidental se ha atestiguado la presencia de vidrio de fundente vegetal en Paderborn, Lorsch y Fulda, entre otros yacimientos, con una fecha *post quem* de c. 800<sup>13</sup>. Por otro lado, los análisis llevados a cabo por Brill en Qasr al-Hayr al-Sharqi parecen indicar una producción de vidrio de fundente vegetal en Sirio-Palestina (en yacimientos alejados de la costa), ya en el siglo VIII, cuando los enclaves costeros aún estaban preparando vidrios de natrón, aunque Henderson ha apuntado la posibilidad de que los vidrios

<sup>11</sup> Freestone, I., M. J. Hughes y C. Stapleton. 2008. “The Composition and Production of Anglo-Saxon Glass”. En S. Marzinzik (ed) *Catalogue of Anglo-Saxon Glass in the British Museum*. Londres: British Museum Research Publication 167: 37-9.

<sup>12</sup> Mirti, P., A. Lepora y L. Sagui. 2000. “Scientific analysis of Seventh-Century Glass Fragments from the Crypta Balbi in Rome”. *Archaeometry* 42: 359-74; Mirti, P., P. Davit, M. Gulmini y L. Sagui. 2001. “Glass fragments from the Crypta Balbi in Rome: the composition of eighth-century fragments”. *Archaeometry* 43: 491-502.

<sup>13</sup> Wedepohl, K. H. 2000. “The change in composition of medieval glass types occurring in excavated fragments from Germany”. En *Annales du 14 e Congrès de l'Association pour l'Histoire du Verre*. Ámsterdam: AIHV: 253-4; Wedepohl, K. H. 2003. “Composition of Carolingian Glass in Europe”. En *Annales du 16e Congrès de l'Association Internationale Pour l'Histoire du Verre*. Nottingham: AIHV: 205-6.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	115/807



identificados, más que el resultado de la producción primaria local, tuviesen como origen el reciclaje de vidrios sasánidas<sup>14</sup>.

En este sentido, la cronología es un factor clave: “precise chronology is critical for the broader history of trade: in the absence of natron, finding Egyptian natron in Italian glass around 675 would mean something very different to finding it around 775”<sup>15</sup>.

Es necesario en este punto hacer una advertencia. Ha sido frecuente desde el seminal artículo de Sayre and Smith referirse a esta tradición vidriera como “vidrios islámicos”<sup>16</sup>, pero creo conveniente evitar esta expresión en la medida de lo posible, por ser inexacta, aún si se confirma el papel jugado por el estado califal en su desarrollo experimental, como sugiere Henderson (ver *supra*). Para empezar, tras la eclosión del islam y por el plazo de un siglo y medio, la tecnología del vidrio experimentó pocas transformaciones, y sólo es posible identificar cambios tipológicos de poca importancia en los objetos de uso cotidiano. Durante la Alta Edad Media, tanto en territorios islámicos como cristianos, el vidrio siguió empleándose para los mismos fines para los que había sido utilizado durante la tardoantigüedad, como elemento de decoración arquitectónica, el consumo de bebidas y alimentos y la producción de objetos de adorno personal. Por otra parte, todo parece indicar (ver capítulos 4, 5 y 6), que una vez asentada, la nueva tecnología desarrollada en el Próximo Oriente se extendería por regiones muy vastas, independientemente de la filiación religiosa de la minoría gobernante o la masa social, resultando incluso en colaboraciones estrechas, como demuestra el hecho de que, en lo que se refiere a las cenizas, los vidrieros de Venecia dependieran, al menos en parte, de la costa sirio-palestina, bajo dominio musulmán<sup>17</sup>.

<sup>14</sup> Brill, R. H. 1999 *Chemical Analyses of Early Glasses. Volumes 1 and 2*. Corning, NY: The Corning Museum of Glass; Henderson, J. 2012. *Ancient Glass. An Interdisciplinary Exploration*. Cambridge: Cambridge University Press: 282.

<sup>15</sup> McCormick, M. 2003. “Complexity, chronology and context in the early medieval economy”. *Early Medieval Europe* 12: 307-23.

<sup>16</sup> Sayre, E. V. y R. W. Smith. 1961. “Compositional categories of ancient glass”. *Science* 133: 1824-6.

<sup>17</sup> Ashtor, E. y G. Cevdalli. 1983. “Levantine Alkali Ashes and European Industries”. *Journal of European Economic History* 12: 487; Jacoby, D. 1993. “Raw materials for the glass industries of Venice and the Terraferma about 1370 – about 1460”. *Journal of Glass Studies* 35: 65-90; Carboni, S. 2001. *Venice and the Islamic world*. Nueva York: The Metropolitan Museum of Art: 277-8; Verità, M, y S. Zecchin. 2009. “Thousand years of Venetian glass: the evolution of chemical composition from the origins to the 18<sup>th</sup>



Puede este parecer un asunto baladí, pero creo que no lo es, especialmente a la luz del carácter tóxico adquirido por algunos de los argumentos y debates en el marco de la historia y la arqueología de la Península Ibérica en época medieval<sup>18</sup>. Como ha afirmado Timothy Insoll, el uso indiscriminado de estas expresiones parece indicar que el islam (o cualquier otro horizonte cultural más o menos discrecionalmente definido) forma un paquete cerrado de atributos culturales que cabe esperar con su llegada a un territorio determinado<sup>19</sup>, visión reduccionista que ha dominado buena parte de los estudios sobre al-Ándalus hasta fechas recientes. Recientemente, en una discusión que resulta relevante para el asunto de esta tesis, en tanto en cuanto hace referencia a la producción, María Judith Feliciano ha destacado cómo el uso descuidado de la terminología puede afectar directamente a la percepción de la evidencia y, por tanto, de las conclusiones que de ellas se extraen:

Religious categories are so ingrained (and seldom questioned) in our understanding of the arts of medieval Iberia that their nomenclature has saturated the academic discourse, even as scholars work to erase the universally accepted notion of a religiously polarized society<sup>20</sup>.

Terminando con los aspectos técnicos, en el capítulo anterior hemos hecho un repaso más o menos extenso del recorrido de una tecnología, la de la producción de vidrio, que actuaba en época antigua y tardoantigua de forma más o menos autónoma de otros procesos técnicos. Aunque los vidrieros tuviesen necesidad de conocimientos técnicos auxiliares, por ejemplo para la construcción de los hornos o para el manejo del combustible, la producción de vidrio en sí misma seguía procedimientos propios y mayoritariamente independientes. A partir del desarrollo de la tecnología del vidrio de

---

century". En *Annales du 17<sup>e</sup> Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre*. Ámsterdam: 602-13.

<sup>18</sup> García Sanjuán, A. 2013. *La conquista islámica de la Península Ibérica y la tergiversación del pasado. Del catastrofismo al negacionismo*. Madrid: Marcial Pons; Govantes-Edwards, D. En Prensa. "Politics and the history of al-Ándalus". En D. Govantes-Edwards (ed) *Archaeology, Politics and Islamicate Cultural Heritage in Europe*. Londres: Equinox.

<sup>19</sup> Insoll, T. 1999. *The Archaeology of Islam*. Oxford: Blackwell: 232.

<sup>20</sup> Feliciano, M. J. 2005. "Muslim Shrouds for Christian Kings? A Reassessment of Andalusí Textiles in Thirteenth-Century Castilian Life and Ritual". En C. Robinson y Leyla Rouhi (eds) *Under the Influence. Questioning the Comparative in Medieval Castile*. Leiden-Boston: Brill: 101-31.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	117/807



cenizas vegetales, sin embargo, esta iniciaría un camino de interacción directa con otro que tendría una importancia crucial durante la Edad Media, como sería la de las cerámicas vidriadas, técnicas que se influenciarían mutuamente de forma constante. Por ejemplo, la decoración de piezas de vidrio con brillos metálicos va a ser directamente deudora de técnicas anteriores para el vidriado de la cerámica. Esta técnica suponía el tratamiento del vidrio con plata y cobre y su posterior cocción (que no fundido), una operación de enorme complejidad que daba como resultado una decoración iridiscente y de tonos metálicos<sup>21</sup>.

Finalmente, es conveniente recordar antes de continuar que la sustitución de los fundentes minerales por los vegetales afectaría también a las otras materias primas. El vidrio de natrón, por ejemplo, depende del uso de arenas ricas en cal (por ejemplo en forma de conchas marinas), para asegurar la estabilidad del vidrio resultante, pero la cal forma parte de la composición de las cenizas empleadas a partir del siglo IX, lo que de no sustituirse la fuente de silicio daría como resultado vidrios sin la suficiente ductilidad. Por eso, vamos a encontrarnos con que, frecuentemente, el silicio va a obtenerse bien a partir de cuarcitas trituradas, por lo general silicio en estado muy puro, o arenas de especial pureza, lo que va a tener evidentes efectos composicionales. Ya en el Capítulo 2 comentábamos que resultados analíticos recientes han sugerido que las arenas vitrificables resultan menos abundantes de lo que cabría pensar<sup>22</sup>, si bien estas inferencias se han hecho tomando como referencia modelos composicionales romanos, que excluyen gran cantidad de arenas precisamente por su bajo contenido en calcio. No obstante, si tenemos en cuenta el calcio contenido en las cenizas vegetales, el rango de arenas válidas para la producción de vidrio se amplía de forma notable, lo que favorecería aún más la atomización en la producción primaria de vidrio. También es posible complementar, caso de ser

<sup>21</sup> Komaroff, L. 2004. "Color, Precious Metal, and Fire: Islamic Ceramics and Glass" En C. Hess (ed) *The Arts of Fire. Islamic Influences on Glass and Ceramics of the Italian Renaissance*. Los Angeles: The J. Paul Getty Museum: 35-50; Duckworth, C. y D. Govantes-Edwards. 2019. "Producción y tecnología del vidrio en al-Ándalus". En M. M. Delgado y L. G. Pérez-Aguilar (eds) *Economía y trabajo. Las bases materiales de la vida en al-Andalus*. Sevilla. Ediciones Alfar: 235-62.

<sup>22</sup> Brems, D. y P. Degryse. 2014. "Western Mediterranean sands for ancient glass making". En P. Degryse (ed) *Glassmaking in the Greco-Roman World*. Lovaina: Leuven University Press: 27-49.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	118/807



necesario, el contenido de calcio con el añadido a la tanda de vidrio de carbonato de calcio<sup>23</sup>.

### *El cambio tecnológico en la Península Ibérica. Resultados analíticos.*

Hasta la fecha, el conocimiento que tenemos de la transición entre estos dos grandes grupos de vidrio es muy limitado, ya que se conocen pocas colecciones de vidrio de los siglos cruciales para la misma. El número de muestras analizadas es también muy reducido, siendo un aspecto para el que dependemos enteramente de la evidencia composicional. A continuación, presentaré los resultados obtenidos con una serie de grupos de muestras en Córdoba y Algeciras, y posteriormente procederé a integrarlos con el resto de la evidencia.

#### Resultados: Algeciras

El primero de estos grupos fue recogido durante varias excavaciones arqueológicas en Algeciras, concretamente c/Rocha, estando fechados a finales del siglo VIII y principios del siglo IX<sup>24</sup>, c/San Antonio, de las mismas cronologías<sup>25</sup>, y Patio del Loro, fechado en el siglo IX, además de aquel contexto que ya vimos en el capítulo anterior, correspondiente al Parque de las Acacias<sup>26</sup>.

Empezando por las muestras de vidrio que tienen una interpretación menos problemática, contamos con los contextos del yacimiento del Parque de las Acacias, donde tenemos siete muestras fechadas en el siglo VII. ALG-103, por un lado, presenta una cantidad substancial de antimonio (0.58% SbO) y una cantidad significativa de manganeso (0.17% MnO), lo que me lleva a pensar que se trata de vidrio decolorado

<sup>23</sup> Brems, D., P. Degryse, M. Ganio y S. Boyen. En prensa "The production of Roman glass with Western Mediterranean sand raw materials: Preliminary Results". *Glass Technology: European Journal of Glass Science and Technology*.

<sup>24</sup> Tomassetti, J. M., C. Fernandez y J. Suárez. 2004. *Excavación arqueológica preventiva en c/Rocha 3. Algeciras (Cádiz)*. Informe de excavación inédito; Suárez, J., J. M. Tomassetti y R. Jiménez-Camino. 2005. "Algeciras altomedieval. Secuencia arqueológica al norte del Río de la Miel: el Siglo IX. *Boletín de Arqueología Yezirí* 1: 34-69.

<sup>25</sup> Jiménez-Camino, R. 2002. *Informe preliminar: intervención arqueológica de urgencia en el solar de la Calle San Antonio, nº 21, Algeciras (Cádiz)*. Informe de excavación inédito.

<sup>26</sup> Fernández, C., J. M. Tomassetti, S. Bravo, S. Ayala, A. Palomo, J. Suárez y M. A. Martín. 2006. *Excavación arqueológica preventiva en el solar ubicado en la Manzana 95131: c/Patriarca Obispo Ramón Pérez Rodríguez nº 1. Algeciras (Cádiz)*. *Memoria definitiva*. Informe de excavación inédito.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	119/807



con antimonio “contaminado” con una pequeña cantidad de vidrio decolorado con manganeso, sin que presente otras señales obvias de reciclaje. La muestra ALG-083, color turquesa, es un resto de producción, con una lectura de sodio extremadamente baja (0,77%  $\text{Na}_2\text{O}$ ) y una muy alta de potasio (6,44%  $\text{K}_2\text{O}$ ), posiblemente como consecuencia de haber interactuado con las cenizas del combustible, si bien el fósforo está prácticamente ausente. Por su parte, ALG-080, ALG-082, ALG-086 y ALG-097 son todos ellos vidrios HIMT, aunque ALG-082 y ALG-097 tienen una concentración de titanio (0,33% y 0,39%  $\text{TiO}_2$ ) más reducida que ALG-080 y ALG-086 (0,51% y 0,52%  $\text{TiO}_2$ ), lo que acaso sugiera que no son vidrios completamente “frescos”, si bien no existen otras indicaciones de reciclaje. Finalmente, ALG-098 debe ser clasificado como un vidrio Foy 2/Serie 2 (1,21%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; 1,33%  $\text{MnO}$ ; y 0,20%  $\text{TiO}_2$ ).

Por otro lado, tenemos las muestras ALG-056 y ALG-057 (c/Rocha), que pueden asociarse con cierto margen de confianza al grupo Egypt II, identificado con el análisis de las pesas oficiales a las que hacíamos referencia con anterioridad, siendo uno de los grupos de vidrio de natrón más tardíos (entre las décadas finales del siglo VII y las décadas centrales del siglo IX), cuando ya la transición hacia los fundentes basados en cenizas vegetales parece haber estado bastante avanzada, como también veíamos anteriormente (ver Figura 3. 1), siendo vidrios frescos. Se caracterizan sobre todo por unas concentraciones de calcio (9,27% y 9,33%  $\text{CaO}$ ), hierro (1,01% y 0,96%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) y titanio (0,27% y 0,26%  $\text{TiO}_3$ ) relativamente altas y una concentración de sodio relativamente baja (14,94% y 16,03%  $\text{Na}_2\text{O}$ ), además de la práctica ausencia de manganeso (144 y 259 ppm Mn), lo que coincide plenamente con el grupo propuesto por Gratuze y Barrandon<sup>27</sup>. Estos vidrios resultan escasos en occidente.

Aparte de esto, existe un grupo de muestras, procedentes de tres de los yacimientos (c/Rocha, c/San Antonio y Patio del Loro) que presentan unas características similares y de enorme interés (ALG-053, ALG-055, ALG-061, ALG-107,

<sup>27</sup> Gratuze, B. y J-N. Barrandon. 1989. “Caractérisation par des methods d’analysis nucléaires de la technologie de fabrication des poids monétaires et estampilles islamiques en verre”. En *Technique et science, les arts du verre; actes du colloque de Namur*. Namur: Facultes Universitaires Notre Dame de la Paix: 39-55; Gratuze, B. y J-N. Barrandon. 1990. “Islamic glass weights and stamps: analysis using nuclear techniques” *Archaeometry* 32: 155-62; ver también Schibille, N., A. Meek, Bendeguz, T, C. Entwistle, M. Avisseau-Broustet, H. Da Mota y B. Gratuze. 2016. “Comprehensive Chemical Characterisation of Byzantine Glass Weights”. *Plos One* 11: 1-26.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	120/807





ALG-110, ALG-112, ALG-113 y ALG-114). Todos estos son vidrios reciclados, sobre una base tipo “familia HIMT”.

Con respecto a ALG-053 (c/Rocha), su contenido en hierro (1,42%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) y manganeso (0,93%  $\text{MnO}$ ) resulta un poco bajo para los tipos HIMT *sensu stricto* – por ejemplo, en *Portus Illicitanus* las medias se sitúan en 1,96%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  y 2,03%  $\text{MnO}$ <sup>28</sup> – y la concentración de titanio (0,57%  $\text{TiO}_2$ ) es excesiva para un Foy 2/Serie 2 – por ejemplo, la media en Marsella es 0,16%  $\text{TiO}_2$ <sup>29</sup>. La muestra también presenta un contenido muy bajo en sodio (14,09%  $\text{Na}_2\text{O}$ ), uno relativamente elevado de potasio (1,07%  $\text{K}_2\text{O}$ ), y bastante elevada de calcio (8,18%  $\text{CaO}$ ) (aunque estas últimas pueden deberse al hecho de que se trate de un resto de producción, que puede haber estado quizás en contacto con las cenizas del combustible o especialmente expuesto a los gases de combustión, lo que puede incrementar estas variables). De igual modo, la muestra presenta unas altas lecturas de plomo (1,67%  $\text{PbO}$ ) y cobre (0,35%  $\text{CuO}$ ), lo que puede explicar su coloración azul, y antimonio (779 ppm Sb), lo que también apunta con claridad a su carácter mixto, producto del reciclaje. ALG-055 (c/Rocha), comparte muchas de sus características con ALG-053: 1,39%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; 13,81%  $\text{Na}_2\text{O}$ , 1,44%  $\text{K}_2\text{O}$ ; 8,69%  $\text{CaO}$ ; 1,16%  $\text{PbO}$ , 0,25%  $\text{CuO}$ ; y 628 ppm Sb. Sus principales diferencias con ALG-053 son que presenta una lectura superior, pero no dramáticamente, de manganeso (1,39%  $\text{MnO}$ ) y bastante menor de titanio (0,18%  $\text{TiO}_2$ ).

El subgrupo formado por ALG-107, ALG-110, ALG-112, ALG-113 y ALG-114 (Patio del Loro) forman un conjunto extremadamente coherente, basado con toda probabilidad en vidrios tipo Foy 2/Serie 2, y su afinidad con los vidrios que acabamos de ver resulta obvia. Al igual que ellos, el grupo presenta lecturas muy bajas de sodio (entre 14,06% y 15,53%  $\text{Na}_2\text{O}$ ; media en el grupo Foy 2/Serie: 18,39%), elevado potasio (entre 0,84% y 1,19%  $\text{K}_2\text{O}$ ; media en el grupo Foy 2/Serie 2: 0,79%), cobre (entre 1,15% y 0,28%  $\text{CuO}$ ; media en el grupo Foy 2/Serie 2: 0,03%) y plomo (entre 0,91% y 3,51%  $\text{PbO}$ ; media en el grupo Foy 2/Serie 2: 0,11%), al igual que concentraciones muy

<sup>28</sup> De Juan, J., N. Schibile, J. Molina Vidal y M. D. Sánchez de Prado. 2018. “The supply of glass at Portus Illicitanus (Alicante, Spain): a meta-analysis of HIMT glasses”. *Archaeometry* 61: 647-662.

<sup>29</sup> Foy, D., M. Picon, M. Vichy y V. Thirion-Merle. 2003. “Caractérisation des verres de l'Antiquité tardive en Méditerranée occidentale: l'émergence de nouveaux courants commerciaux”. En Foy, D., Nenna, M.-D (eds.), *Échanges et commerce du verre dans le monde antique: actes du colloque de l'Association Française pour l'archéologie du verre, Aix-en-Provence et Marseille, 7–9 juin 2001*. Montagnac: Éditions Monique Mergoil: 41-86.



significativas de antimonio (entre 663 y 1012 ppm Sb). En otras variables, resultan más próximos al grupo Foy 2/Serie 2, por ejemplo en lo que se refiere a las concentraciones de magnesio, aluminio, fósforo, etc.

El cuadro que presenta ALG-061 (c/San Antonio) es nuevamente similar: 13,95% Na<sub>2</sub>O; 1,89% MgO; 1,34% K<sub>2</sub>O; 8,64% Ca<sub>2</sub>O; 1,47% MnO; 1,40% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 0,25% CuO; 1,01% PbO; y 610 ppm Sb.

El perfil de una serie de elementos traza que pueden ser de gran utilidad para la caracterización de las fuentes de sílice (las claves de esta metodología se explican en detalle en el Capítulo 6) en estos vidrios, confirma su afinidad composicional (ver Figura 3.2)<sup>30</sup>, que en este caso reflejará el perfil geológico de las arenas, posiblemente egipcias<sup>31</sup>, empleadas en su producción.

ALG-060 (c/San Antonio) es un vidrio distinto al grupo que acabamos de ver, presentando un contenido más alto de sodio (15,97% Na<sub>2</sub>O) pero concentraciones más bajas de magnesio (0,59% MgO), potasio (0,53% K<sub>2</sub>O), manganeso (0,22% MnO) y hierro (0,35% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), además de no presentar cantidades significativas de cobre o plomo, además de un contenido inferior de antimonio (217 ppm Sb).

Por su lado, ALG-058 (c/Rocha) es una pulsera negra, tipológicamente similar a la que vimos en el capítulo anterior pero composicionalmente muy distinta, al no tratarse el color producto de la saturación de hierro, sino de plomo, que compone más de la mitad de la muestra (50,14% PbO). Volveremos a esta composición más adelante, pero podemos adelantar que no existe, en lo que sé, un vidrio de composición similar en el Mediterráneo en estas cronologías o en cronologías anteriores (excepto en el conjunto que vamos a ver en el próximo sub-apartado<sup>32</sup>).

<sup>30</sup> No contamos con suficiente datos de elementos traza correspondientes a la muestra ALG-061 para incluirla en esta clasificación.

<sup>31</sup> Nenna, M.-D. 2014. "Egyptian glass abroad: HIMT glass and its markets". En D. Keller, J. Price y C. Jackson (eds) *Neighbours and Successors of Rome. Traditions of glass production and use in Europe and the Middle East in the later first millennium AD*. Oxford: Oxbow Books: 177-93. En algunas publicaciones, este grupo se etiqueta como Foy 1. Ver Foy, D., M. Vichy y M. Picon. 2000. "Lingots de verre en Mediterran occidentale (IIle s.av.J.-C-VIle s.ap.J.-C): Approvisionnement et mise en œuvre: Données archéologiques et données de laboratoire". In *Annales du 14 e Congres de l'Association pour l'Histoire du Verre*. Amsterdam: AIHV: 51-57.

<sup>32</sup> Van der Linden, V., P. Cosyns, O. Schalm, S. Cagno, K. Nys, K. Janssens, A. Nowak, B. Wagner y E. Bulska. 2009. "Deeply coloured and black glass in the northern provinces of the Roman Empire: Differences and similarities in chemical composition before and after AD 150". *Archaeometry*: 822-44; Cosyns, P. 2011. *The production, distribution and consumption of black glass in the Roman Empire during*



Finalmente, se analizó una serie de muestras extraídas no de objetos de vidrio, en sentido estricto, sino de adherencias de vidrio sobre piezas de cerámica, siendo necesario comprobar si se trata de simples vidriados o de restos de vidrios en crisoles, en cuyo caso sería de esperar que el vidrio identificado en ellos coincidiese composicionalmente con otros vidrios asociados, aun teniendo en cuenta que la interacción entre el vidrio y la arcilla del crisol puede tener efectos sobre la química del vidrio que se encuentra en contacto con el crisol<sup>33</sup>. La composición, aun partiendo de una misma base de vidrio, puede también verse modificada por otros factores; por ejemplo, la fusión del vidrio y la aplicación de los vidriados sobre la cerámica exigen temperaturas muy distintas, lo que tiene una incidencia directa sobre la volatilización de ciertos elementos; consecuentemente, también son muy distintos los tiempos de exposición a los gases de combustión.

Las muestras en cuestión son ALG-051 (ver Figura 3.3) y ALG-052 (ver Figura 3.4) (c/Rocha), ambas de color verde oscuro, siendo el vidriado muy delgado al interior, con lo que parecen unos tenues derrames en el borde; y ALG-116 (ver Figura 3.5) y ALG-117 (ver Figura 3.6) (Patio del Loro), la primera de las cuales presenta una adherencia de gran grosor en el interior de la base (> 1 cm), mientras que en la segunda la adherencia es mucho más delgada, si bien presenta una superficie irregular, al contrario que ALG-051 y ALG-052, en los que la textura del vidrio/vidriado es mucho más suave al tacto.

Lo primero que llama la atención es la gran diferencia existente entre la composición de estos “vidriados” y los vidrios. Por un lado, ALG-051 y ALG-052 presentan unas concentraciones altísimas de aluminio (6,21% y 8,22%  $Al_2O_3$ ), mucho más altas que las que encontramos como norma en los vidrios tardoantiguos, y de potasio (3,45% y 3,36%  $K_2O$ ), lo que puede estar indicando que se trata de vidrio/vidriado producido con fundentes vegetales (la concentración en magnesio es, de cualquier manera, inferior: 1,55% y 1,17%  $MgO$ ). También resultan bajas las

*the 1<sup>st</sup>-5<sup>th</sup> century AD. An archaeological, archaeometric and historical approach*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Bruselas.

<sup>33</sup> Molera, J. M., M. Venderl-Saz, M. García-Vallés y T. Pradell. 1997. “Technology and color development of Hispano-Moresque lead-glazed pottery”. *Archaeometry* 39: 31-3.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	123/807



concentraciones de calcio (4,74% y 3,66% CaO)<sup>34</sup>. Por el otro lado, ALG-116 y ALG-117, mientras presentan variables mucho más equiparables a los vidrios procedentes de estos mismos contextos, destacan por su elevadísimo contenido en plomo (35,57% y 29,11% PbO), lo que parece descartar una afinidad directa.

Parece probable que las características composicionales de estos vidrios respondan a su naturaleza como desechos de producción. La muestra MAL-20, analizada por Duckworth y Govantes-Edwards<sup>35</sup>, un desecho de producción malagueño fechado entre los siglos XII y XIII presenta características composicionales muy similares a estos vidrios de Algeciras (1,84% MgO; 9,59% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 5,01% K<sub>2</sub>O; 4,66% CaO). La concentración de potasio puede ser producto del uso de fundentes vegetales o de la prolongada exposición a los vapores del combustible<sup>36</sup>.

En la Figura 3.7 se plotean los dos elementos más característicos de estas muestras, no sólo en comparación con otros vidrios de estos contextos (excluyendo la pulsera ALG-058), sino con otros vidrios identificados en contextos mediterráneos de fechas similares (c. 750-850)<sup>37</sup>. Los resultados revelan como ALG-051 y ALG-052 se

<sup>34</sup> Si bien se conocen vidrios con concentraciones parecidas de alúmina (>4% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), estos son característicos del sudeste asiático. Ver Dussubieux, L., B. Gratuze y M. Blet-Lemarquand. 2010. "Mineral soda alumina glass: occurrence and meaning". *Journal of Archaeological Science* 37: 1646-55.

<sup>35</sup> Duckworth, C. y D. Govantes-Edwards. En prensa. "Glass production in al-Ándalus: new chemical data from Malaga". In J. López Rider y R. Córdoba de la Llave (eds) *Proceedings of Conference Technical Knowledge in Europe*. 2015.

<sup>36</sup> Paynter, S. 2008. "Experiments in the Reconstruction of Roman Wood-Fired Glassworking Furnaces: Waste Products and Their Formation Processes". *Journal of Glass Studies* 50: 289-90.

<sup>37</sup> Brill, R. H. 1999 *Chemical Analyses of Early Glasses. Volumes 1 and 2*. Corning, Nueva York: The Corning Museum of Glass; Mirti, P., P. Davit, M. Gulmini y L. Sagui. 2001. "Glass fragments from the Crypta Balbi in Rome: the composition of eighth-century fragments". *Archaeometry* 43: 491-502; Verita, M., A. Renier y S. Zecchin. 2002. "Chemical analyses of ancient glass findings excavated in the Venetian lagoon". *Journal of Cultural Heritage* 3: 261-71; Henderson, J., S. D. McLoughlin y D. S. McPhail. 2004. "Radical changes in islamic glass technology: evidence for conservatism and experimentation with new glass récpes from early and middle Islamic Raqqa, Syria". *Archaeometry* 46: 439-68; Schibille, N. 2011. "Late Byzantine mineral soda high alumina glasses from Asia Minor: a new primary glass production group". *PLOSOne* 6 (4), e18970; Schibille, N. y I. Freestone. 2013. "Composition, Production and Procurement of Glass at San Vincenzo al Volturno: An Early Medieval Monastic Complex in Southern Italy". *PLOSOne* 8: 1-13; Degryse, P. 2014. *Glass Making in the Greco-Roman World: Results of the ARCHGLASS Project*. Lovaina: Leuven University Press: Studies in Archaeological Sciences 4; Duckworth, C., R. Córdoba de la Llave, E.W. Faber, D.J. Govantes Edwards y J. Henderson. 2015. "Electron microprobe analysis of 9th-12th century Islamic glass from Córdoba, Spain". *Archaeometry* 57, 1: 27-50; Rehren, Th, P. Connolly, N. Schibille y H. Schwarzer. 2015. "Changes in glass consumption in Pergamon (Turkey) from Hellenistic to late Byzantine and Islamic times". *Journal of Archaeological Science* 55: 266-79; Phelps, M, I. Freestone, Y. Gorin-Rosen y B. Gratuze. 2016 "Natron glass production and supply in late antique and early medieval Near East: the effect of the Byzantine-Islamic transition". *Journal of Archaeological Science* 75: 57-71.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	124/807



encuentran nítidamente separados de todos los vidrios, mientras que ALG-116 y ALG-117 también lo están, aunque de forma mucho menos acusada, de los vidrios de natrón. En estos casos, si extraemos el contenido de plomo y normalizamos el resto de elementos al 100%, obtenemos un contenido de aluminio más acorde con los vidrios de natrón (1,87% y 3,35%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), mientras que el contenido de magnesio (1,95% y 2,03%  $\text{MgO}$ ), potasio (1,70% y 2,65%  $\text{K}_2\text{O}$ ) y fósforo (0,81% y 1,01%  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) pueda acaso explicarse por la prolongada exposición de estos vidrios/vidriados a los gases producto de la combustión en el horno, como demostró Sarah Paynter en los experimentos realizados en conjunción con Mark Taylor y David Hill (ver Figura 3.8)<sup>38</sup>.

Finalmente, dada la falta total de afinidad de las muestras ALG-051 y ALG-052 con los vidrios tanto de Algeciras como de otras regiones, se ha procedido a comparar la composición de dichas muestras con las de análisis realizados sobre cerámicas vidriadas del mundo islámico<sup>39</sup> en lo que se refiere a sus contenidos de magnesio y aluminio (ver Figura 3.9). Los yacimientos representados son Aswan y Fustat (Egipto), Hira, Kish y Nínive (Iraq) y Ma'arrat Al Numan Meskene, Queiq y al-Raqqa (Siria). Como puede apreciarse con claridad en la figura, los resultados también indican la falta total de coincidencias.

#### Resultados: Saqunda

El siguiente contexto que debemos examinar corresponde a la excavación del llamado Arrabal de Saqunda (Córdoba)<sup>40</sup>. Desafortunadamente, estos contextos no están fechados con tanta precisión como los que hemos venido viendo, encontrándose datados entre finales del siglo VIII y el siglo XI. No obstante, dada la historia de esta zona de Córdoba, que fue arrasada por orden del califa tras la revuelta desatada a

<sup>38</sup> Paynter, S. 2008. "Experiments in the Reconstruction of Roman Wood-Fired Glassworking Furnaces: Waste Products and Their Formation Processes". *Journal of Glass Studies* 50: 289-90.

<sup>39</sup> Kaczmarczyk, A. y R. E. M. Hedges. 1983. *Ancient Egyptian faience: an analytical survey of Egyptian faience from Predynastic to Roman times*. Warminster: Aris and Phillips; Mason, R. B. y M. S. Tite. 1994. "The beginnings of Islamic stonepaste technology". *Archaeometry* 36: 77-91; Mason, R. B. y M. S. Tite. 1997. "The beginnings of the tin-opacification of pottery glazes" *Archaeometry* 39: 41-58; Mason, R. B. 2004. *Shine like the sun*. Toronto: Royal Ontario Museum.

<sup>40</sup> Ruiz, A., E. Moreno, A. Moya, E. Espinosa y I. Jabalquinto. 2001. "Los arrabales de la Córdoba Musulmana. De las fuentes escritas a la realidad arqueológica". *Anales de Arqueología Cordobesa* 12: 145-158. Desafortunadamente, el informe correspondiente a esta intervención ha resultado ser inaccesible, con lo que los datos relativos a la cronología del material fueron proporcionados por David Palomino, responsable de su inventario, y no resultan tan precisas como sería deseable.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	125/807



principios del siglo IX, parece probable que la mayor parte, al menos, de los materiales estén fechados con anterioridad a este acontecimiento<sup>41</sup>.

El conjunto presenta un abanico de características que refleja un panorama tecnológico de gran dinamismo. Por un lado, encontramos una considerable variabilidad en los fundentes, que parece sugerir el uso tanto de fundentes minerales como vegetales (ver Figura 3.10). Entre los primeros, a pesar de que predominan las composiciones poco limpias, no existe dificultad para identificar los grupos de base de los que proceden, y que como vemos prolongan la pauta general que hemos venido identificando desde el Capítulo 2 (ver Figura 3.11). La muestra COR-196 parece reproducir las características del grupo egipcio Egypt I (otro grupo tardío)<sup>42</sup>, incluyendo una proporción elevada de aluminio (3,43%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), relativamente elevada de hierro (1,40%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) y titanio (0,35%  $\text{TiO}_2$ ) y baja de calcio (3,58%  $\text{CaO}$ ).

Por su parte, las muestras CO-ESP3b, COR-200, COR-206, COR-233, COR-234, y COR-249 parecen corresponderse con claridad a vidrios producidos sobre la base del tipo Foy 2/Serie 2, cuyas características hemos ido viendo reiteradamente. Lo interesante de estos vidrios es que cuatro de ellos, concretamente CO-ESP3b, COR-200, COR-206, y COR-249, se asemejan al grupo de Algeciras que antes subrayábamos por su alto contenido en plomo y cobre (1,08%; 0,91%; 0,72%; y 1,04%  $\text{PbO}$ ; 0,24%; 0,15%; 0,12%; y 0,23%  $\text{CuO}$ , respectivamente) además de en antimonio (872 ppm; 1052 ppm; 974 ppm; y, 797 ppm  $\text{Sb}$ , respectivamente). Esto resulta también aplicable en cierto modo a COR-233, aunque en este caso la presencia de estos elementos, siendo mayor a lo habitual entre los vidrios Foy 2/Serie 2 (0,24%  $\text{PbO}$  y 0,07%  $\text{CuO}$ ), es menos enfática, aunque el contenido en antimonio resulta tan alto como en los ejemplos anteriores (1151 ppm  $\text{Sb}$ ). Finalmente, COR-234 parece corresponderse a un Foy 2/Serie 2 más o menos estándar, si bien su contenido de antimonio supera a lo

<sup>41</sup> Piñero Palacios, J. M. R. Rodríguez Pérez. 2019. "Nuevas aportaciones sobre el arrabal emiral de Šaqunda a propósito de los restos arqueológicos de Gitanos 8 (Córdoba)". *Anales de Arqueología Cordobesa* 30: 358-59.

<sup>42</sup> Gratuze, B. y J-N. Barrandon. 1989. "Caractérisation par des methods d'analysis nucléaires de la technologie de fabrication des poids monétaires et estampilles islamiques en verre". En *Technique et science, les arts du verre; actes du colloque de Namur*. Namur: Facultes Universitaires Notre Dame de la Paix: 39-55; Gratuze, B. y J-N. Barrandon. 1990. "Islamic glass weights and stamps: analysis using nuclear techniques" *Archaeometry* 32: 155-62; ver también Schibille, N., A. Meek, Bendeguz, T. C. Entwistle, M. Avisseau-Broustet, H. Da Mota y B. Gratuze. 2016. "Comprehensive Chemical Characterisation of Byzantine Glass Weights". *Plos One* 11: 1-26.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	126/807



que es frecuente en el grupo (1037 ppm Sb). Curiosamente, esta muestra se corresponde a un fragmento de pulsera, la primera de este grupo que encontramos entre nuestras muestras.

Finalmente, COR-248 presenta unas concentraciones de plomo extremadamente altas (53,61%), lo que lo sitúa completamente al margen de cualquier otra muestra que hayamos visto hasta el momento en Saqunda. Además, a diferencia de las muestras de Algeciras, que también se caracterizaban por su alto contenido en plomo, esta muestra procede de un fragmento de recipiente soplado, no de un crisol, resultando llamativa su similitud en muchos parámetros con la pulsera ALG-058 (Ver Tabla 3.1). Basándonos en los argumentos expuestos por Duckworth y colaboradores acerca de las pulseras norteafricanas (ver Capítulo 2), parece probable que esta pulsera, debido a la saturación de elementos colorantes, resultase inviable para el soplado, siendo destinada a la producción de un objeto que, como una pulsera, exige menor temperatura para su trabajo<sup>43</sup>.

	Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cl	K <sub>2</sub> O	CaO	MnO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CuO	PbO
ALG-058	0,84	0,30	4,44	33,05	0,21	0,00	1,67	4,47	0,00	1,81	0,00	50,14
COR-248	1,32	0,33	3,28	31,72	0,13	0,00	1,26	4,08	0,06	1,49	0,08	53,61

Tabla 3.1: Comparación de los contenidos en elementos mayores de las muestras ALG-058 y COR-248.

Las concentraciones en magnesio y potasio del resto de las muestras, por otro lado, sugiere el uso de fundentes vegetales. Estas muestras son COR-ESP2b (5,11% MgO; 2,66% K<sub>2</sub>O); COR-194 (5,44% MgO; 3,52% K<sub>2</sub>O); COR-195 (3,39% MgO; 2,38% K<sub>2</sub>O); COR-203 (6,28% MgO; 4,52% K<sub>2</sub>O); COR-209 (5,55% MgO; 2,37% K<sub>2</sub>O); COR-246 (2,47% MgO; 2,57% K<sub>2</sub>O) y COR-250 (4,53% MgO; 2,84% K<sub>2</sub>O). Llamativamente, hasta tres de estas muestras (COR-203, COR-209 y COR-250) presentan un perfil de elementos traza prácticamente idéntico (la única excepción significativa afecta a los contenidos de neodimio) no sólo al de los vidrios egipcios pertenecientes a este conjunto, sino también a los de los vidrios de Algeciras que veíamos con anterioridad.

<sup>43</sup> Duckworth, C., D. J. Mattingly, S. Chenery y V. Smith. 2016. "End of the Line? Glass Bangles, Technology, Recycling, and Trade in Islamic North Africa". *Journal of Glass Studies* 58: 135-69.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	127/807





La Figura 3.12 presenta los perfiles de elementos traza de las muestras COR-ESP3b, COR-200, COR-203, COR-206, COR-209, COR-233, COR-234, COR-248, COR-249 y COR-250, y la Figura 3.13 compara el promedio de este conjunto con el de las muestras referidas de Algeciras.

La combinación de este perfil de elementos traza con contenidos elevados de magnesia y potasa en COR-203, COR-209 y COR-250 requiere explicación. Los dos escenarios más probables son que estos vidrios sean producto de reciclaje, con el añadido de cenizas vegetales a la mezcla como fundente complementario, o que estos vidrios hayan sido mezclados con vidrios producidos con cenizas vegetales. Creo poco probable que niveles tan elevados de magnesia y potasa puedan atribuirse a la exposición de estos vidrios a los vapores de la combustión, si bien no podemos descartar esta idea por completo; especialmente teniendo en cuenta las dificultades a las que se enfrentan las otras dos opciones, y que veremos en seguida; las tres muestras proceden de pulseras, y si las ideas expuestas anteriormente acerca del uso de vidrio reciclado repetidamente para este tipo de objetos son correctas, cabría esperar que estos vidrios estuvieran expuestos a estos vapores de forma prolongada.

La posibilidad del uso de cenizas vegetales como fundente complementario presenta un problema fundamental, como son los contenidos de silicio, que en estas tres muestras resultan mucho más acordes con las típicas composiciones medievales que con los vidrios de natrón procedentes del Mediterráneo oriental. Los vidrios Saxon II analizados por Freestone y colaboradores, que se interpretan como vidrios de natrón enriquecidos con fundentes vegetales, presentan unas concentraciones promedio de silicio de 65,30% SiO<sub>2</sub>, mientras que en las muestras de Saqunda éste apenas asciende a 54,36% SiO<sub>2</sub>. Igualmente, los vidrios anglosajones presentan concentraciones mucho más reducidas de magnesio y potasio (1,43% MgO; 1,18% K<sub>2</sub>O) que las de Saqunda. Es posible que esto responda al uso de mayores cantidades de ceniza en los vidrios de Saqunda que en los vidrios anglosajones. Aunque esto haría esperar concentraciones más elevadas de calcio (introducida como parte de las cenizas) en las muestras de Saqunda (8,07% CaO) que en las anglosajonas (8,39% CaO), vemos como en realidad es a la inversa, aunque esto puede responder al mayor contenido de calcio en las cenizas

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	128/807



potásicas empleadas en el norte de Europa<sup>44</sup>. En favor de esto también juega el contenido de manganeso (de nuevo más abundante en las cenizas potásicas, por ejemplo de madera de haya, que en las sódicas o mixtas que son habituales en el sur de Europa<sup>45</sup>), que es más alto en los vidrios anglosajones (0.88% MnO) que en las muestras de Saqunda (0,46% MnO), a pesar del elevado contenido de manganeso de COR-250 (1,16% MnO), que es posiblemente resultado del añadido deliberado de pirolusita (MnO<sub>2</sub>) o psilomelana ((Ba,H<sub>2</sub>O)<sub>2</sub>Mn<sub>5</sub>O<sub>10</sub>) como decolorante. Esta idea, sin embargo, se enfrenta a otro problema añadido como es la estabilidad en los contenidos de estroncio (no disponibles para el material anglo-sajón). Como veremos repetidamente en el Capítulo 6, el uso de fundentes vegetales puede causar violentas oscilaciones en el contenido de estroncio presente en los vidrios (por la variabilidad característica de las cenizas, como veíamos más arriba). Sin embargo, las tres muestras que nos encontramos analizando presentan un contenido de estroncio muy similar no sólo entre sí (451, 469 y 489 ppm Sr respectivamente), sino también con el resto de vidrios egipcios en este conjunto (promedio: 450 ppm Sr).

Por otra parte, la idea de que estos vidrios puedan ser el resultado de la mezcla de vidrios de natrón egipcio con vidrios producidos con fundentes de origen vegetal se enfrenta a una dificultad que parece más difícil de sortear, como es que, de haberse dado esta circunstancia, cabría esperar que el perfil de elementos traza en estos vidrios se hubiese desdibujado, cuando hemos visto que su coincidencia con el resto de vidrios de presumible origen egipcio es total. La posibilidad de que dicha mezcla se produjese con vidrios resultantes de mezclar fundentes vegetales y las mismas arenas empleadas con anterioridad para la producción de vidrios de natrón egipcio parece bastante remota.

¿Es posible, con los resultados a nuestra disposición, definir el origen de estas posibles cenizas vegetales? La pregunta resulta especialmente pertinente habida cuenta la cronología de las muestras. Esta posibilidad se fundamenta en la premisa de que especies y substratos geológicos distintos se reflejarán en cenizas con perfiles composicionales reconocibles. Esta premisa, y es necesario insistir en esto una y otra

<sup>44</sup> Foy, D. 2001. *Le verre medieval et son artisanat en France méditerranéenne*. París: CNRS: 40.

<sup>45</sup> Rasmussen, S. C. 2012. *How Glass Changed the World. The History and Chemistry of Glass from Antiquity to the 13th Century*. Nueva York: Springer: 38.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	129/807



vez, se enfrenta a no pocas dudas, porque esta es una cuestión de una complejidad extrema. Las variables que intervienen en la composición de las plantas y, por ende, el de las cenizas, no sólo incluyen la especie y la geología de su lugar de origen, sino también otras como la climatología, la época del año en la que se produce la recogida de las plantas, las condiciones en las que éstas se reducen a cenizas, etc.<sup>46</sup>. Estas dificultades se ven exacerbadas por el hecho de que estas cenizas han sido objeto de pocos estudios analíticos, existiendo además grandes lagunas geográficas, entre las que se encuentra la Península Ibérica.

La caracterización de vidrios medievales ha llevado a la definición de tres tipos fundamentales de vidrios producidos con fundentes vegetales en este periodo: aquellos producidos con cenizas ricas en sodio, aquellos producidos con cenizas ricas en potasio, y aquellos que emplean cenizas relativamente ricas en potasio, pero que también contienen altos niveles de sodio. En los primeros, vidrios sódicos, la proporción de sodio es mucho más elevada que la de potasio; en los segundos, el potasio presenta lecturas muy elevadas y el sodio es prácticamente inexistente; finalmente, en los últimos, vidrios de álcalis mixtos, las proporciones están mucho más equilibradas. El segundo grupo va a ser de menor importancia para nuestro análisis, siendo fundamentalmente característicos del norte de Europa<sup>47</sup>.

La diferenciación de los dos tipos que resultan más relevantes para nuestro análisis puede ser un ejercicio, como decimos, complejo. Por ejemplo Cagno y colaboradores, tras el análisis de una serie de vidrios italianos fechados entre el siglo X y el siglo XV, concluyeron que su concentración de potasio, que se sitúa entre el 1,5% y el 3%, acaso sugiriese el uso de cenizas importadas del Próximo Oriente, ricas en sodio (e. g. *Salicornia soda*) (ver supra para la importación de cenizas próximo orientales por parte de Venecia), lo que coincide con la opinión de Silvestri y colaboradores, que

<sup>46</sup> Misra, M. K., K. W. Ragland, y A. J. Baker. 1993. "Wood ash composition as a function of furnace temperature". *Biomass and Bioenergy* 4: 103-16; Rehren, T. 2000. "Rationales in Old World base glass compositions". *Journal of Archaeological Science* 26: 1225-34; Santopadre, P y M. Verità. 2000. "Analysis of production technologies of Italian vitreous materials of the Bronze Age". *Journal of Glass Studies* 42: 25-40; Barkoudah, Y, y J. Henderson. 2006. "Plant ashes from Syria and the manufacture of ancient glass: ethnographic and scientific aspects". *Journal of Glass Studies* 48: 297-321; Tite, M. S., A. Shortland, Y. Maniatis, D. Kavoussanaki y S. A. Harris. 2006. "The composition of the soda-rich and mixed alkali plants used in the production of glass". *Journal of Archaeological Science* 33: 1284-92.

<sup>47</sup> Ver por ejemplo Wedepohl, K. H., R. Pirling y G. Hartmann. 1997. "Römische und fränkische Gläser aus dem Gräberfeld von Krefeld-Gellep". *Bonner Jahrbücher* 197: 177-89.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	130/807



estiman que el uso de estas plantas daría lugar a concentraciones de potasio (y de magnesio) de entre el 2% y el 3%<sup>48</sup>. En términos de ratio entre sodio y potasio, es decir, la relación existente entre las concentraciones de Na<sub>2</sub>O y K<sub>2</sub>O, el uso de estas plantas en el Próximo oriente se traduce en una relación aproximada de 4:1, de acuerdo con Tite y colaboradores, si bien diversas composiciones publicadas por Brill (Nishapur, Irán) y Gallo y Silvestri (Rocca di Asolo, Italia) arrojan ratios de 5,6:1 y 6,7:1 respectivamente.<sup>49</sup> Con respecto a otras regiones, los análisis desarrollados por Tite y colaboradores con especímenes de *Salsola kali* recogidos en Grecia y Gran Bretaña arrojaron unos ratios mucho más reducidos (0,3:1-1,8:1), lo que concuerda con Cagno y colaboradores, que sobre la base de unos vidrios italianos producidos con barrillas (el nombre genérico que engloba las cenizas de un grupo indeterminado de plantas halófitas) españolas, establecen una relación Na<sub>2</sub>O:K<sub>2</sub>O típica de 2:1.<sup>50</sup> Además de esto, Cagno y colaboradores definen una composición en la que la concentración de potasio supera el 5% como compatible con las barrillas<sup>51</sup>.

Aunque se trate apenas de dos experimentos aislados, es interesante comparar el análisis de las cenizas de *Salsola kali* llevado a cabo por Ashtor y Cevidalli<sup>52</sup>, que arrojaron una medida de sodio de 14,3% Na<sub>2</sub>O, y una de potasio de 15,5% K<sub>2</sub>O, con las de vidrios experimentalmente producidos con estas cenizas por Marco Verità<sup>53</sup>. Estos

<sup>48</sup> Silvestri, A., G. Molin, y G. Salviulo. 2005. "Roman and medieval glass from the Italian area: bulk characterization and relationships with production technologies". *Archaeometry* 47: 798; Cagno, S., M. Mendera, T. Jeffries y K. Janssens. 2010. "Raw materials for medieval to post-medieval Tuscan glassmaking: new insight from LA-ICP-MS analyses". *Journal of Archaeological Science* 37: 3030-3036.

<sup>49</sup> Brill, R. H. 1999 *Chemical Analyses of Early Glasses. Volumes 1 and 2*. Corning, Nueva York: The Corning Museum of Glass; Tite, M. S., A. Shortland, Y. Maniatis, D. Kavoussanaki y S. A. Harris. 2006. "The composition of the soda-rich and mixed alkali plants used in the production of glass". *Journal of Archaeological Science* 33: 1289; Gallo, F. y A. Silvestri. 2012. "Medieval glass from Rocca di Asolo (northern Italy): an archaeometric study". *Archaeometry* 54: 1023-39.

<sup>50</sup> Tite, M. S., A. Shortland, Y. Maniatis, D. Kavoussanaki y S. A. Harris. 2006. "The composition of the soda-rich and mixed alkali plants used in the production of glass". *Journal of Archaeological Science* 33: 1290; Cagno, S., K. Janssens y M. Mendera. 2008. "Compositional analysis of Tuscan glass samples: in search of raw material fingerprints". *Anal. Bioanal. Chem* 391: 1390. Para la persistencia de este comercio de barrilla española durante la edad moderna ver Girón-Pascual, R. M. 2018. "Cenizas, cristal y jabón. El comercio de la barrilla y sus derivados entre España e Italia a finales del siglo XVI (1560-1610)". *eHumanista* 38: 215-32.

<sup>51</sup> Cagno, S., K. Janssens y M. Mendera. 2008. "Compositional analysis of Tuscan glass samples: in search of raw material fingerprints". *Anal. Bioanal. Chem* 391: 3032.

<sup>52</sup> Ashtor, E. y G. Cevidalli. 1983. "Levantine Alkali Ashes and European Industries". *Journal of European Economic History* 12: 496.

<sup>53</sup> David Whitehouse Research Archive. Box XIII. E. 63. Carta de Marco Verità a David Whitehouse. Murano. 18 de Febrero de 1983.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	131/807



vidrios presentan una concentración de sodio de 13% Na<sub>2</sub>O, y una de potasio de 6,5% K<sub>2</sub>O, es decir, un ratio de 2:1 que parece coincidir con las apreciaciones anteriores. En las cenizas de *Salsola soda*, consideradas las principales cenizas vidrieras del Próximo oriente, los contenidos son 44% Na<sub>2</sub>O y 6% K<sub>2</sub>O:

Lo primero que llama la atención entre nuestras muestras de Saqunda (COR-ESP2b; COR-194; COR-195; COR-203; COR-209; COR-246; y COR-250) es que todas tienen una concentración de potasio por debajo del 5%, situándose entre 2,38% (COR-195) y 4,52% (COR-203). Por otro lado, sus ratios resultan extremadamente variables, yendo de 3,6:1 (COR-203) a 8,33:1 (COR-195), es decir, ratios que, de acuerdo con la literatura, resultan mucho más próximos a los definidos para el Próximo Oriente que para Europa Occidental.

En comparación con otros conjuntos de vidrio de fechas similares, los analizados por Julian Henderson y colaboradores en al-Raqqā también presentan un rango muy amplio de ratios mínimos y máximos (dado que los vidrios de Saqunda están todos por debajo del umbral de 5% K<sub>2</sub>O, hemos excluido aquellos de al-Raqqā que superan este umbral, además de los vidrios de natrón, para evitar la comparación de elementos que pertenecen a categorías distintas). Estos ratios van desde 10,2:1 a 3,4: 1, si bien casi todos ellos se sitúan en valores entre 7:1 y 5:1, como cinco de los vidrios de Saqunda<sup>54</sup>. Por otro lado, un conjunto de cuentas de vidrio procedentes de al-Basra (Marruecos) y fechadas entre finales del siglo IX y principios del X, presentan una horquilla más estrecha pero aún amplia, de 7,2:1 a 2,5:1, aunque la mayoría de las muestras se sitúa entre unas proporciones de 3:1 y 4:1, mucho más próximas a las que se postulan para localizaciones occidentales<sup>55</sup>. Por su parte, una serie de muestras fechadas entre los siglos IX y X, procedentes de Grado (Italia), presentan una horquilla sensiblemente más estrecha, entre 6,2:1 y 5,2:1<sup>56</sup>.

<sup>54</sup> Henderson, J., S. D. McLoughlin y D. S. McPhail. 2004. "Radical changes in islamic glass technology: evidence for conservatism and experimentation with new glass recipes from early and middle Islamic Raqqā, Syria". *Archaeometry* 46: 439-68. Es importante igualmente recordar que, de acuerdo con los autores de este estudio, buena parte de la variabilidad en los ratios pueda quizás atribuirse al carácter experimental de muchos de los vidrios producidos en al-Raqqā a principios del siglo IX.

<sup>55</sup> Robertshaw, P., N. Benko, M. Wood, L. Dussubieux, E. Melchiorre, y A. Ettahiri. 2010. "Chemical analysis of glass beads from medieval al-Basra (Morocco)". *Archaeometry* 52: 355-79.

<sup>56</sup> Silvestri, A., G. Molin, y G. Salviulo. 2005. "Roman and medieval glass from the Italian area: bulk characterization and relationships with production technologies". *Archaeometry* 47: 797-816.



Antes de interpretar estos resultados, es acaso conveniente establecer una comparación con algunos de nuestros materiales más tardíos, aunque en este momento sólo los emplearemos por su valor comparativo. El análisis detallado de estos resultados quedará para el Capítulo 6. ¿Qué ocurre si comparamos estas composiciones de Saqunda, en lo que se refiere a los álcalis, con otros materiales de la Península Ibérica en época medieval? En este caso nos limitaremos a utilizar una serie de conjuntos con un número más o menos nutrido de muestras, para evitar que lecturas sueltas introduzcan distorsiones en la comparación. Se trata de un conjunto de muestras procedentes de diversos yacimientos en Córdoba, fechados entre los siglos X y XII, en concreto c/Sama Navarro esquina c/Músico Cristóbal de Morales, PERI A-9, y Ronda Oeste;<sup>57</sup> un conjunto de vidrios excavados en la c/Fernando IV de Jaén, fechados en el siglo XIII<sup>58</sup>; un conjunto fechado entre los siglos XIII y XV de la Calle Real de Cartuja, Granada<sup>59</sup>; diversos conjuntos procedentes de la ciudad de Almería, y fechados entre los siglos XIII y XV (especialmente este último) concretamente el conjunto de la Alcazaba, c/Quevedo, Mercado Central, c/Las Tiendas, c/Mariana y c/Descanso<sup>60</sup>; diversos conjuntos de Jerez, fechados en el siglo XV, procedentes de la excavación de los Baños Árabes del Alcázar, c/Manuel González y Palacio de

<sup>57</sup> Aparicio, L. 2004. "Actuación arqueológica preventiva en la c/Sama Naharro esquina a Músico Cristóbal de Morales, de Córdoba". *Anuario Arqueológico de Andalucía* 2004: 1124-1142; Camacho, C., M. Jaro, J. M. Lara, y C. Pére. 2004. "Arrabales occidentales de Qurtuba: modelo urbanístico y doméstico. Intervención Arqueológica de urgencia en Yacimiento Carretera del Aeropuerto. Arrabal (Campañas 2001/2003-4). Ronda Oeste de Córdoba". *Anuario Arqueológico de Andalucía* 2004: 1143-1159; Aparicio, L. 2010. *Intervención arqueológica preventiva en PERI A-9 (Córdoba)*. Informe de excavación inédito. Duckworth, C., R. Córdoba de la Llave, E.W. Faber, D.J. Govantes Edwards y J. Henderson. 2015. "Electron microprobe analysis of 9th-12th century Islamic glass from Córdoba, Spain". *Archaeometry* 57, 1: 27-50.

<sup>58</sup> Crespo, A. 2005. "Intervención arqueológica preventiva en calle de Fernando IV esquina con calle Hornos Caños de Jaén". *Anuario Arqueológico de Andalucía* 2006: 2649-2661.

<sup>59</sup> Carta, R., A. González y J. A. Narváez. 2011. "Las afueras de la ciudad nazarí de Granada. Evolución del área de Real de Cartuja a la luz de una intervención arqueológica". En A. Malpica y A. García Porras (eds) *Las ciudades nazaríes. Nuevas aportaciones desde la arqueología*. Granada: Universidad de Granada: 107-34.

<sup>60</sup> Barrionuevo, C. 2006. *La Alcazaba de Almería: un monumento para la historia de la ciudad*. Almería: Instituto de Estudios Almerienses; Sevillano, R. 2006. *Intervención arqueológica preventiva en Calle Descanso. Almería*. Informe de excavación inédito; Alcaraz, F. M. 2008. *Memoria preliminar de la excavación arqueológica preventiva en Calle de Las Tiendas-Perea (Almería)*. Informe de excavación inédito; Sevillano, D. 2008. *Intervención arqueológica preventiva en calle Quevedo. Almería*. Informe de excavación inédito; Santos, J. 2009. *Intervención arqueológica preventiva en el Mercado Central de Almería*. Informe de excavación inédito; Santos, J. 2009. *Intervención arqueológica preventiva en c/Mariana 16 y 22 (Almería)*. Informe de excavación inédito.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	133/807



Villaviciencio<sup>61</sup>; un conjunto procedente del Patio de San Laureano, Sevilla, fechado entre mediados y finales del siglo XV<sup>62</sup>; después, tenemos varios conjuntos procedentes de Murcia, concretamente del Casón de Puxmarina, Plaza de Belluga y Calle Pascual, algunos de los cuales fueron previamente examinados por Noemí Carmona y colaboradores, fechados entre el siglo X y el siglo XIV<sup>63</sup>; finalmente tenemos el yacimiento de c/Albert Camus, con material fechado también en época andalusí<sup>64</sup>.

Las ratios de sodio y potasio de dichos conjuntos aparecen reflejados en la Tabla 3.2, y la figura 3.14 es su expresión gráfica.

<sup>61</sup> Fernández Gabaldón, S. 1987. "Vidrios islámicos de los baños árabes del Alcázar de Jerez de la Frontera (Colección Menéndez Pidal)". En *Arqueología Medieval Española II. Congreso*. (Madrid 19-24 enero 1987). Tomo II. Comunicaciones. Madrid: 607-616; Barrionuevo, F. Sin fecha. *Carta Arqueológica de Jerez. Alameda Vieja. 101*; Barrionuevo, F. Sin fecha. *Carta Arqueológica de Jerez. Cl. Visitación 3*.

<sup>62</sup> Arenas, P. y I. Carrasco. 2005. *Informe. Excavación arqueológica del muladar. Fase II. Proyecto Marco Conjunto San Laureano*. Informe de Excavación Inédito; Carrasco, I., A. Jiménez, P. Lafuente, A. Martín y P. Arenas. 2013. "La historia del patio de San Laureano de Sevilla a través de las excavaciones arqueológicas (2002-2007)". *Archivo Hispalense* 291-293: 119-67.

<sup>63</sup> Jiménez, P. Sin fecha. *Excavación arqueológica del Casón de Puxmarina (Murcia)*. Cuaderno de campo inédito; Jiménez, P.; J. Navarro y J. Thiriot. 1998. "Taller de vidrio y casas Andalusíes en Murcia. La excavación arqueológica del Casón de Puxmarina". *Memorias de Arqueología* 13: 419-58; Jiménez, P. y M. Pérez. 2005. *Memoria de la excavación arqueológica en la c/Pascual N° 10 (Murcia)*. Informe de excavación inédito; Carmona, N., M. A. Villegas, P. Jiménez, J. Navarro y M. García-Heras. 2009. "Islamic glasses from al-Ándalus. Characterisation of materials from a Murcian workshop (12th century AD, Spain)." *Journal of Cultural Heritage* 10: 439-45.

<sup>64</sup> Arancibia, A. 2014. *Memoria final de la A. A. P. en los entornos del Guadalmedina y Renfe de las líneas 1 y 2 del Metro de Málaga. 2010-2014*. Informe de excavación inédito.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	134/807





Conjunto	Siglo	Na <sub>2</sub> O Max	Na <sub>2</sub> O Min	K <sub>2</sub> O Max	K <sub>2</sub> O Min	Ratio Max	Ratio Min	Media ratio
Cór (bajo Pb)**	X-XII	16,90	11,68	2,69	1,30	13:1	4,8:1	7,9:1
Cór(alto Pb)*	XI-XII	13,81	9,70	3,08	0,75	16,7:1	4,2:1	9,4:1
Jaén	XIII	20,13	15,16	4,17	2,74	6,5:1	3,6:	5,3:1
Granada R. C.	XIII-XV	20,49	13,08	4,97	1,58	8,9:1	3,2:1	5:1
Almería	XIII-XV	21,87	14,35	4,55	1,86	11,1:1	3,8:1	6,2:1
Jerez	XV	22,03	13,94	3,90	1,75	10,4:1	4,1:1	7,2:1
Sevilla	XV	21,79	16,03	4,13	2,07	9,9:1	3,9:1	6,1:1
Mur Pascual***	X-XIII	20,32	12,51	3,42	1,67	11,4:1	4,4:1	8,3:1
Mur Puxmarina*	XII	26,00	13,43	3,03	1,26	15,6:1	5,7:1	9,1:1
Mál. A. Camus*	XI-XIV	21,41	14,73	3,34	1,78	10,3:1	4,4:1	6,5:1

Tabla 3. 2<sup>65</sup>. Lecturas máximas y mínimas de Na<sub>2</sub>O y K<sub>2</sub>O en los conjuntos expuestos más arriba, junto con las ratios Na<sub>2</sub>O:K<sub>2</sub>O. Las columnas Na<sub>2</sub>O Max; Na<sub>2</sub>O Min; K<sub>2</sub>O Max; y K<sub>2</sub>O Min expresan porcentajes. Las muestras con un contenido de potasio superior al 5% han sido suprimidas de este análisis siguiendo los umbrales máximos para cenizas procedentes de plantas sódicas establecidas por Cagno y colaboradores.

\*Algunas de las muestras correspondientes a este grupo presentan un altísimo contenido en plomo, con lo que las cantidades reflejadas en las columnas Na<sub>2</sub>O Max; Na<sub>2</sub>O Min; K<sub>2</sub>O Max; y K<sub>2</sub>O Min expresan el resultado de eliminar el contenido de plomo y normalizar el resto de los elementos mayores al 100% (ver más adelante, para la explicación de la lógica detrás de este ejercicio). Los ratios se han calculado sobre las cantidades normalizadas.

\*\* La muestra RDB\_15\_COR15 ha sido suprimida porque la lectura de potasio es prácticamente nula (0,25% K<sub>2</sub>O), lo que introduce un elemento de distorsión en los resultados.

\*\*\* De este conjunto se ha obviado el análisis de dos muestras fechadas en el siglo XV, y que difieren de forma significativa de la mayoría del conjunto.

A la hora de calcular la amplitud del rango de composiciones y ratios, he creído oportuno suprimir algún conjunto, como por ejemplo el de los vidrios procedentes de Madīnat al-Zahrā. Todas estas muestras presentan una elevadísima proporción de plomo, como veremos en Capítulo 6, lo que obliga a normalizar el contenido del resto

<sup>65</sup> Antes de introducir los datos, se han excluido aquellos que, por presentar unos ratios que superan la horquilla que establece la desviación estándar con respecto al promedio total de cada conjunto, para evitar que las ratios accidentalmente amplias distorsionen los resultados.



de elementos, y esto puede introducir distorsiones en el análisis de los datos y su comparación.

Los datos se prestan a diversas consideraciones. Por un lado, los contenidos medios de potasio de los vidrios de Saqunda (2,98% K<sub>2</sub>O), no difieren en gran medida de algunos de los del resto de materiales Ibéricos cuyo contenido de potasio se encuentra por debajo del 5%, una vez excluidas las muestras ricas en plomo (Jaén: 3,26%; Almería: 3,20%; Jerez: 2,72%; Sevilla 3,05%; y Málaga: 2,98%), pero lo hacen de forma algo más acusada de otros (Córdoba: 1,83%; Granada: 3,79%; Murcia-Pascual: 2,30% y Murcia-Puxmarina: 2,14%), mientras que en lo que se refiere a los ratios (5,7:1 de media en Saqunda), la mayor afinidad se produce con Jaén: 5,7:1; Almería: 5,6:1; Sevilla: 6:1; Málaga: 6:1; y, en menor medida Granada: 4,7:1, mientras que las diferencias son mayores con Jerez: 7,5:1; Córdoba: 7,7:1; Murcia-Pascual: 8,4:1 y Murcia-Puxmarina: 8,1:1), si bien en este caso hemos de actuar con especial precaución, porque las horquillas de los coeficientes han resultado ser mucho más amplias de lo esperado.

La expresión gráfica de esta relación Na<sub>2</sub>O:K<sub>2</sub>O y su comparación con otros conjuntos próximo orientales y mediterráneos se ilustra en la figura 3. 15<sup>66</sup>.

Sabemos que durante la Edad Media, e incluso más allá, centros vidrieros Europeos tan importantes como Venecia importaban cenizas procedentes del Próximo Oriente y Egipto, no sólo para emplearlas por si solas, sino mezcladas con cenizas locales (¿quizás para incrementar su volumen por razones de economía?)<sup>67</sup>; esto explicaría parcialmente la presencia de ratios que superan los estimados para las plantas occidentales, y también contribuiría a aclarar la amplitud de las horquillas relativas a los ratios, por diversos motivos: e.g. la mezcla de materias primas siempre da lugar a composiciones menos estables que las que se derivan del uso de

<sup>66</sup> Cagno, S., L. Favaretto, M. Mendera, A. Izmer. F. Vanhaecke y K. Janssens. 2012. "Evidence of early medieval soda ash glass in the archaeological site of San Genesio (Tuscany)". *Journal of Archaeological Science* 39: 1540-1552; Cagno, S., M. Brondi Brandano, F. Mathis, D. Strivay y K. Janssens. 2012. "Study of medieval glass fragments from Savona (Italy) and their relation with the glass produced in Altare". *Journal of Archaeological Science* 39: 2191-7.

<sup>67</sup> Ashtor, E., G. Cevidalli. 1983. "Levantine Alkali Ashes and European Industries". *Journal of European Economic History* 12: 501; Duckworth, C., R. Córdoba de la Llave, E.W. Faber, D.J. Govantes Edwards y J. Henderson. 2015. "Electron microprobe analysis of 9th-12th century Islamic glass from Córdoba, Spain". *Archaeometry* 57, 1: 30.



composiciones más simplificadas; al recibir cenizas ya preparadas, los artesanos dependerían de indicaciones sensoriales subjetivas para evaluar sus características, dando lugar a un conocimiento muy imperfecto de las mismas; y, la multiplicación de variables geológicas, ambientales, climáticas, etc.

Se cree, por tanto, que los vidrios de Grado, San Genesio y Artale fueron producidos, al menos parcialmente, con cenizas orientales importadas. ¿Es posible que este sea también el caso de los materiales de Saqunda? En base a los resultados de sodio y potasio, esta es desde luego una posibilidad. Es en cualquier caso importante subrayar que uno de los grupos de muestras que analizaremos en detalle en el Capítulo 6, procedente del Patio de San Laureano (Sevilla), cuyos ratios se sitúan entre 10:1 y 4:1 y que por tanto, de acuerdo con los argumentos expuestos con anterioridad, deberían corresponderse con las cenizas orientales, se fechan a finales del siglo XV, una época para la que contamos con gran cantidad de documentos de archivo (ver Capítulo 5), que demuestran con bastante claridad que los vidrieros sevillanos se abastecían de cenizas localmente. Esto plantea serias dudas a la utilidad de la caracterización que se ha hecho de las cenizas occidentales y de la asunción de conclusiones que apuntan hacia la importación de cenizas en la base sólo de unos ratios basados en pocas muestras.

En lo que se refiere al conjunto de muestras de Saqunda, tenemos que tener en cuenta una consideración adicional, como es el hecho de que las muestras procedan todas de pulseras, con la única excepción de COR-246, que procede de un fragmento de recipiente soplado. Como hemos venido viendo repetidamente, es frecuente que las muestras procedentes de pulseras y otros objetos que pueden ser trabajados a temperaturas relativamente bajas a menudo presentan peculiaridades composicionales que pueden estar relacionados con la posición de estos objetos en el ciclo de la “vida útil” del vidrio<sup>68</sup>. Estas muestras no son en este sentido una excepción, especialmente por su elevado contenido en alúmina (COR-Esp2b. 9,23%; COR-194: 8,29% COR-195: 6,50%  $Al_2O_3$  ;COR-195: 6,50%  $Al_2O_3$  COR-195: 6,50%  $Al_2O_3$ ; COR-195: 6,50%  $Al_2O_3$ ; COR-203: 9,38% COR-195: 6,50%  $Al_2O_3$  ;COR-209: 4,65%  $Al_2O_3$ ; COR-250:

<sup>68</sup> Duckworth, C., D. J. Mattingly, S. Chenery y V. Smith. 2016. “End of the Line? Glass Bangles, Technology, Recycling, and Trade in Islamic North Africa”. *Journal of Glass Studies* 58: 135-69.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	137/807



7,92% COR-195: 6,50%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). Esto impide tratar de iluminar la cuestión con el análisis de otras variables, como por ejemplo pueden ser los indicadores de fuentes de sílice.

¿Es posible que estas pulseras ocupen un lugar en el “ciclo vital” del vidrio similar al que se ha propuesto para otros objetos similares, por ejemplo, en el norte de África? Una característica de estos vidrios es su bajo contenido en silicio (si hacemos una excepción de CO-246, cuyo contenido en silicio es 64,30%  $\text{SiO}_2$ , estos vidrios presentan una media de 54,35%  $\text{SiO}_2$ ), característica que no encuentra paralelos entre las pulseras analizadas por Duckworth y colaboradores en Fazzan (Libia) (68,06%  $\text{SiO}_2$ )<sup>69</sup> o Robertshaw y colaboradores en al-Basra (Marruecos) (64,04%  $\text{SiO}_2$  una vez excluidos los vidrios ricos en plomo)<sup>70</sup>.

Por otro lado, como también decíamos antes, estos vidrios se caracterizan por presentar composiciones muy “sucias”, con lecturas elevadas de metales de transición, como cobalto, cobre o plomo, además de otros como estaño y antimonio. Sin embargo, esto no parece aplicarse de forma general a los vidrios de Saqunda. En COR-ESP2b, estos elementos están prácticamente ausentes (12 ppm Co; 24 ppm Cu; 16 ppm Sn; 20 ppm Pb; sin Sb); al igual que en COR-194 (6 ppm Co; 20 ppm Cu; 3 ppm Sn; 12 ppm Pb, sin Sb); COR-195 (16 ppm Co; 15 ppm Cu; 4 ppm Sn; 12 ppm Pb; sin Sb); y COR-250 (20 ppm Co; 20 ppm Cu; 5 ppm Sn; 14 ppm Pb; sin Sb). COR-203, por su lado, aunque prácticamente libre de cobalto (3 ppm Co), cobre (18 ppm Cu) y antimonio 3 (ppm Sb), presenta una concentración más que significativa de estaño (1418 ppm Sn) y plomo (0,24%  $\text{PbO}$ ). COR-209 está prácticamente libre de estaño (54 ppm Sn) y antimonio (4 ppm Sb), y presenta una concentración apenas significativa de plomo (105 ppm Pb), y mucho más significativa de cobalto (380 ppm Co) y cobre (496 ppm Cu), siendo estos probablemente responsables de su coloración azul. Parece, por tanto, claro, que estas pulseras y los vidrios norteafricanos reflejan tradiciones productivas distintas, aunque aún no estamos en condiciones de caracterizar plenamente los materiales de Saqunda en este sentido.

<sup>69</sup> Duckworth, C., D. J. Mattingly, S. Chenery y V. Smith. 2016. “End of the Line? Glass Bangles, Technology, Recycling, and Trade in Islamic North Africa”. *Journal of Glass Studies* 58: 135-69.

<sup>70</sup> Robertshaw, P., N. Benco, M. Wood, L. Dussubieux, E. Melchiorre, y A. Ettahiri. 2010. “Chemical analysis of glass beads from medieval al-Basra (Morocco). *Archaeometry* 52: 355-79.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	138/807



### *La transición tecnológica en el marco mediterráneo*

Como ha podido observarse, uno de los mayores problemas con los que nos encontramos a la hora de analizar materiales fechados en los siglos críticos de la transición tecnológica entre los vidrios producidos con fundentes minerales y aquellos producidos con fundentes vegetales es la escasez de datos fuera del Próximo Oriente. Esto, junto a la escasez de análisis que se refieren a las cenizas en sí, conduce inevitablemente a que las únicas comparaciones posibles sean mono-direccionales y mono-dimensionales, lo que en cierto modo puede estar “dirigiendo” las interpretaciones<sup>71</sup>. Hasta que no poseamos una población de datos más amplia, tanto en lo que se refiere al número de muestras como a la naturaleza de las mismas, no podremos alcanzar conclusiones definitivas.

Los resultados obtenidos en Algeciras y Córdoba delatan un cuadro ya más o menos conocido, pero la falta de precisión cronológica de algunos de los contextos con los que trabajamos resulta otro notable obstáculo. Los materiales de Saqunda, por ejemplo, datados entre el siglo VIII y el siglo XI cubren todo el periodo “transicional”

<sup>71</sup> Es común en el estudio del Islam medieval el establecimiento de una “edad dorada” de referencia, con límites cronológicos y geográficos precisos, con el resultado de que el resto de periodos y regiones son entendidos bien como sus predecesores, que tienen en esta edad dorada su destino inevitable, o como sus epígonos, en una visión linear y mono-focal que reduce la complejidad de los fenómenos históricos a un papel periférico con respecto a estas coordenadas centrales. Con la historia universal del Islam, esto puede apreciarse con gran claridad en dos de las obras de referencia para historiadores y arqueólogos: Hogdson, M. 1975. *The Venture of Islam. Conscience and History in a World Civilization*. 3 Vols. Chicago: University of Chicago Press; Milwright, M. 2010. *An Introduction to Islamic Archaeology*. Edimburgo: Edinburgh University Press. Una crítica a esta postura en Eiroa, J. 2011. “Sobre religión y poliglotía. Reflexiones en torno a la ‘arqueología islámica’ a la luz de un trabajo reciente”. *Debates de Arqueología Medieval* 1: 185-8. En la Península Ibérica, el periodo de referencia es el califato de Córdoba, ver Acién, M. 1991. “Recientes estudios sobre arqueología Andalusí en el sur de al-Ándalus.” *Aragón en la Edad Media* 9: 355-70; Acién, M. 1994. *Entre el feudalismo y el Islam: ‘Umar ibn Hafsun en los historiadores, en las fuentes y en la historia*. Jaén: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Jaén; Acién, M. 2008. “Poblamiento y sociedad en al-Ándalus: un mundo de ciudades, alquerías y husun.” En J. I. de la Iglesia (ed) *Cristiandad e Islam en la Edad Media Hispana*. Logroño: Instituto de Estudios Riojanos: 141-67. Para unas acertadas críticas a estas posturas ver Martínez Enamorado, V. 2003. *Al-Ándalus desde la periferia. La formación de una sociedad musulmana en tierras malagueñas (siglos VIII-X)*. Málaga: Diputación de Málaga; Carvajal, J. C. 2014. “Review Article. The Archaeology of al-Ándalus: Past, Present and Future.” *Medieval Archaeology* 58: 318-39. Ver también Govantes-Edwards, D. En prensa. “Politics and the history of al-Ándalus”. En D. Govantes-Edwards (ed) *Archaeology, Politics and Islamicate Cultural Heritage in Europe*. Londres: Equinox.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	139/807



con un solo *corpus* de datos, escamoteándonos la dimensión cronológica del proceso, que es clave, como mencionábamos con anterioridad<sup>72</sup>.

Así en Saqunda, nos encontramos con una combinación de los últimos tipos de vidrio de natrón junto con varias muestras cuyas características apuntan a la introducción fundentes vegetales en una coexistencia ya apuntada por De Juan y Schibile en la ciudad de Vascos (Toledo)<sup>73</sup>, donde la precisión del registro es también pobre, con lo que no es posible refinar más la interpretación (a lo que también contribuye que la mayor parte de tipologías parezca indicar fechas de los siglos X y XI, es decir, cuando la transición tecnológica ya parecía haber madurado, como veremos en el Capítulo 6)<sup>74</sup>.

Por otro lado, los dos fragmentos identificados en un contexto del siglo IX en Cabezo Pardo (Alicante), y analizados por De Juan y colaboradores, presentan las características típicas de los vidrios del grupo Foy2/Serie 2, al igual que buena parte de nuestros ejemplos de Algeciras, denotando la persistencia de diversos grupos de vidrios de natrón como producto del reciclaje<sup>75</sup>.

Es precisamente el reciclaje uno de los elementos sobre los que debemos centrar nuestra atención, dado que existen fundadas evidencias en otras regiones del incremento de la práctica, como consecuencia de las dificultades en el abasto del vidrio en bruto del Mediterráneo oriental, estén estas relacionadas o no con el cambio

<sup>72</sup> Nótese el entrecomillado del término “transición”. En este caso, me he permitido el uso del concepto porque estamos tratando un proceso conocido de sustitución de una materia prima por otra en un marco cronológico bien definido. Es importante, no obstante, no caer en las trampas semánticas al que dicho concepto se presta tan frecuentemente en la literatura histórica y arqueológica, y que con demasiada frecuencia se tiñe de tautología de forma más o menos discreta. Así, el cambio de los fundentes minerales por los vegetales en la producción de vidrio suponen una transición, lo que no permite que interpretemos la producción de vidrio en los siglos IX y X como una industria en estado transicional. Sobre los peligros de un uso descuidado del concepto de transición ver Lucas, G. 2005. *The Archaeology of Time*. Londres: Routledge: 55; Stiner, M. C., T. Earle, D. L. Smail y A. Shryock. 2011. “Scale”. En A. Shryock y D. L. Smail (eds) *Deep History. The Architecture of Past and Present*. Berkeley: University of California Press: 253; Jones, A. M. 2015. “Assemblages, relationality and recursivity. Commentary to Gavin Lucas’s ‘Archaeology and Contemporaneity’”. *Archaeological Dialogues* 22. Como ejemplos del tipo de errores a los que puede conducir la fe en el concepto tautológico de transición ver Collingwood, R. G. 1946 *The Idea of History*. Nueva York: Oxford University Press.

<sup>73</sup> De Juan, J. y N. Schibile. 2017. “Glass import and production in Hispania during the early medieval period: The glass from Ciudad de Vascos (Toledo)”. *PlosOne* 12: 1-19.

<sup>74</sup> De Juan, J., y Y. Cáceres. 2016. “Los vidrios de ciudad de Vascos (Toledo) (ss. X-XI)”. *Arqueología y Territorio Medieval* 23: 7-22.

<sup>75</sup> De Juan, J., N. Schibile y T. Ximénez. 2018. “Los primeros vidrios de al-Ándalus: análisis arqueométricos en el yacimiento emiral de Cabezo Pardo (Alicante)”. *Lucentum* XXXVII: 271-9.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	140/807



tecnológico que supuso la introducción de los fundentes de base vegetal. Ya hemos visto con anterioridad el uso de cenizas en las islas británicas, Alemania e Italia<sup>76</sup>. Por un lado, tenemos constancia de que se mantiene la llegada de algunos vidrios “frescos”, como son las muestras ALG-056 y ALG-057 (grupo Egypt II) y COR-196 (Egypt I) que sin embargo resultan minoritarios con respecto a un grupo de vidrios, identificados en todos los yacimientos implicados (ALG-053, ALG-055, ALG-061, ALG-107, ALG-110, ALG-112, ALG-113; ALG-114; COR-ESP3b, COR-200, COR-206, y COR-249), que tienen en común una base correspondiente a la “familia HIMT” y la presencia de concentraciones relativamente elevadas de plomo y cobre, además de otros marcadores de reciclaje.

La composición de estos vidrios sugiere con bastante claridad el añadido de plomo y cobre sobre una base de vidrio preformada, una práctica relativamente común y con la que volveremos a encontrarnos en el Capítulo 6<sup>77</sup>. Los motivos que pueden llevar a hacer esto son múltiples, como “inflar” la cantidad de masa, reducir la temperatura de fusión de la misma o dotar al vidrio de brillos metálicos por razones estéticas<sup>78</sup>.

En algunos casos, como en una serie de materiales cordobeses que veremos con posterioridad, se ha identificado cierta correlación entre el plomo y el cloro, lo que sugeriría que el plomo se añadiría a los vidrios preformados en una forma metálica relativamente pura como la cotunnita ( $PbCl_2$ ), que se obtiene como desecho de los

<sup>76</sup> Mirti, P., A. Lepora y L. Sagui. 2000. “Scientific analysis of Seventh-Century Glass Fragments from the Crypta Balbi in Rome”. *Archaeometry* 42: 359-74; Wedepohl, K. H. 2000. “The change in composition of medieval glass types occurring in excavated fragments from Germany”. En *Annales du 14 e Congrès de l’Association pour l’Histoire du Verre*. Ámsterdam: AIHV: 253-4; Mirti, P., P. Davit, M. Gulmini y L. Sagui. 2001. “Glass fragments from the Crypta Balbi in Rome: the composition of eighth-century fragments”. *Archaeometry* 43: 491-502; Wedepohl, K. H. 2003. “Composition of Carolingian Glass in Europe”. En *Annales du 16e Congrès de l’Association Internationale Pour l’Histoire du Verre*. Nottingham: 205-6; Freestone, I., M. J. Hughes y C. Stapleton. 2008. “The Composition and Production of Anglo-Saxon Glass”. En S. Marzinzik (ed) *Catalogue of Anglo-Saxon Glass in the British Museum*. Londres: British Museum Research Publication 167: 37-9.

<sup>77</sup> Sayre, E. V, y R. W. Smith. 1967. “Some materials of glass manufacturing in Antiquity”. En M. Levey (ed) *Archaeological Chemistry symposium. 3<sup>rd</sup> Symposium on Archaeological Chemistry*. Pennsylvania: University of Pennsylvania Press: 279-311; Brill, R. 2001. “Some thoughts on the chemistry and technology of Islamic glass”. En S. Carboni y D. Whitehouse *The glass of the sultans*. Corning, Nueva York: The Corning Museum of Glass: 25-46.

<sup>78</sup> Arletti, R., F. Vezzalini, C. Fiori, y M. Vandini. 2011. “Mosaic glass from St. Peter’s, Rome: manufacturing techniques and raw materials employed in late 16<sup>th</sup> century Italian opaque glass”. *Archaeometry* 53: 364-86.





procesos de copelación de galena (PbS). No obstante, en los vidrios de Algeciras, el coeficiente de correlación entre el plomo y el cloro (0,15) parece descartar esta posibilidad<sup>79</sup>. Por otro lado, la correlación PbO:CuO en varias muestras del Casón de Puxmarina, que también veremos, llevó a Carmona y colaboradores a sugerir que ambos elementos entraron a formar parte del vidrio como parte de la misma materia<sup>80</sup>, pero esto también parece poco probable en nuestro caso, en el que el coeficiente de correlación es apenas de 0.002.

Resulta por otro lado llamativo el hecho de que este añadido de plomo carezca de paralelos en otros ámbitos mediterráneos, en estas fechas y cantidades, lo que parece descartar los motivos estéticos. La cantidad añadida es además, insuficiente como para suponer un incremento significativo en el volumen de vidrio disponible, con lo que sólo queda proponer que el plomo tuviese como objeto reducir la temperatura de fusión del vidrio, incrementando su ductilidad, quizás tras haber perdido estos vidrios parte de sus propiedades originales como consecuencia de haber estado sometido a sucesivos ciclos de reciclaje. Aquellas muestras que presentan contenidos relativamente elevados de magnesio y potasio se prestan a una interpretación similar, en este caso con el añadido de fundentes vegetales, si bien como hemos visto más arriba esta explicación no está del todo exenta de dificultades.

Desde el punto de vista del abasto de plomo, la interpretación no encuentra excesivos problemas. El sur de la Península Ibérica es rico en galena y otros minerales de plomo, y si bien la historiografía tradicional indica un hiato más o menos acusado en la producción minera entre la época romana y la califal<sup>81</sup>, trabajos más recientes están empezando a cuestionar este paradigma, a partir de la revisión de la cultura material presente en algunas explotaciones que en el pasado eran caracterizadas como

<sup>79</sup> Duckworth, C., R. Córdoba de la Llave, E.W. Faber, D.J. Govantes Edwards y J. Henderson. 2015. "Electron microprobe analysis of 9th-12th century Islamic glass from Córdoba, Spain". *Archaeometry* 57, 1: 10.

<sup>80</sup> Carmona, N., M. A. Villegas, P. Jiménez, J. Navarro y M. García-Heras. 2009. "Islamic glasses from al-Ándalus. Characterisation of materials from a Murcian workshop (12th century AD, Spain)." *Journal of Cultural Heritage* 10: 444.

<sup>81</sup> Domergue, C. 1987. *Catalogue des mines et des fonderies antiques de la Péninsule Ibérique*. 2. Vols. Madrid: Publications de la Casa de Velázquez; Puche, O. 2005. "La minería visigótica y musulmana en la Península Ibérica". *Bocamina* 16: 87-92; Domergue, C. 1990. *Les mines de la péninsule Ibérique dans l'Antiquité romaine*. Roma: Publications de l'Ecole française de Rome.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	142/807



romanas prácticamente por defecto<sup>82</sup>. Tenemos, además, evidencias que apuntan de forma clara en este sentido, por ejemplo, la referencia en Al-‘Uḡrī de la explotación de minas de plata por parte de Daysam ibn Iṣḥāq, gobernador autónomo de Murcia en las costas de *Tudmīr* durante el emirato de ‘Abd Allāh (888-912)<sup>83</sup>. Veremos más referencias similares en el Capítulo 4.

De cualquier manera, la adición de plomo y, potencialmente también, de cenizas vegetales a bases preformadas vidrio delata un conocimiento considerable de las propiedades del material y de cómo modificarlas, no ya con fines estéticos, sino técnicos. No obstante, como hemos visto con anterioridad, no ya con el plomo pero sí con las cenizas, es una práctica que está lejos de ser exclusiva, siendo en realidad más o menos habitual en los siglos que preceden a la transición tecnológica que llevó a la sustitución de los fundentes minerales por los vegetales. Las cronologías de estos pasos previos a la adopción de fundentes vegetales van a venir aparentemente marcadas por las condiciones de abasto de vidrio fresco. Mientras en Gran Bretaña el uso de cenizas vegetales parece iniciarse ya en la segunda mitad del siglo VI (ver Capítulo 2), en la Península Ibérica (como en Italia), este fenómeno parece retrasarse hasta el siglo VII e incluso principios del siglo VIII.

Un elemento más de interés con respecto al potencial uso del plomo como fundente, es que los vidrios de Saqunda (COR-ESP3b, COR-200, COR-206, y COR-249), a pesar de su semejanza con los de Algeciras que acabamos de analizar, presentan una diferencia substancial, que es un altísimo coeficiente de correlación entre los contenidos de cobre y plomo (0.95), lo que parece indicar que ambos elementos entraron en el vidrio como parte de una misma materia prima, posiblemente una forma metálica de plomo, que a veces presentan cierta cantidad de cobre, o una escoria impura de bronce, a lo que también apunta la presencia significativa de estaño y antimonio. Por tanto, encontramos paralelos a una práctica que tiene en común el uso del plomo, como decimos quizás para mantener las cualidades del vidrio para el soplador, pero no necesariamente las mismas fuentes del mismo. Además, como

<sup>82</sup> Grañeda, P. 1999. “Minería argentífera andalusí en la provincial de Córdoba: hallazgos cerámicos” *Símpoio Sobre patrimonio geológico y minero. Tomo II*. Bélmez: Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero: 102-6.

<sup>83</sup> Vallvé, J. 1980. “La industrial en al-Ándalus”. *Al-Qantara* 1: 209-41.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	143/807



hemos comentado repetidamente, esta práctica no encuentra paralelos en otros horizontes geográficos, con lo que parece suponer una respuesta local a la retracción de los circuitos comerciales mediterráneos que hasta entonces habían traído vidrio “fresco” a la Península Ibérica. Cierta confirmación de esta interpretación, que queda pendiente de corroboración con un número mayor de muestras y contextos, parece desprenderse del hecho de que la práctica cesase, o al menos eso se desprende de nuestros datos y en los términos específicos en los que lo encontramos en Algeciras y Saqunda, con el cambio tecnológico que llevó a la sustitución de fundentes de origen mineral por los de origen vegetal, cuando los condicionantes del abasto de materias primas empleadas en la producción de vidrio cambian por completo. Como veremos en el Capítulo 6, los vidrios que presentan cantidades significativas de plomo escasean, excepción hecha de algunos contextos en los que operan circunstancias muy concretas.

Como decimos, el uso del plomo, cuya presencia en los vidrios he interpretado, muy tentativamente como fundente complementario a una matriz de vidrio preformado es, en cualquier caso, una respuesta local a un presumible descenso en la llegada de vidrio en bruto desde el Mediterráneo oriental. De ser correcta esta explicación, esto supondría la proyección de una dinámica mucho más generalizada, que se detecta en distintas cronologías en diferentes regiones tanto mediterráneas como atlánticas.

Es imposible, con la evidencia actualmente disponible, saber si esto fue producto de una innovación local (como ocurrió en Gran Bretaña y posiblemente también Alemania)<sup>84</sup>, o si el conocimiento de esta tecnología llegó a la Península Ibérica desde el exterior. Desafortunadamente, los contextos de los que proceden las muestras de Saqunda carecen de la precisión cronológica que sería deseable para obtener una imagen más ajustada de la adopción de esta tecnología y sus posibles vías de transmisión. Los contextos de Ciudad de Vascos, el otro horizonte arqueológico

<sup>84</sup> Wedepohl, K. H. 2000. “The change in composition of medieval glass types occurring in excavated fragments from Germany”. En *Annales du 14 e Congrès de l'Association pour l'Histoire du Verre*. Amsterdam: AIHV: 253-4; Wedepohl, K. H. 2003. “Composition of Carolingian Glass in Europe”. En *Annales du 16e Congrès de l'Association Internationale Pour l'Histoire du Verre*. Nottingham: AIHV: 205-6; Freestone, I., M. J. Hughes y C. Stapleton. 2008. “The Composition and Production of Anglo-Saxon Glass”. En S. Marzinzik (ed) *Catalogue of Anglo-Saxon Glass in the British Museum*. Londres: British Museum Research Publication 167: 37-9.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	144/807



conocido donde es posible que se refleje este proceso sufre de los mismos problemas de imprecisión<sup>85</sup>. Es necesario recordar que el arrabal de Saqunda fue arrasado tras la revuelta del 818, y que el califa impartió órdenes estrictas contra su reconstrucción, con lo que debemos contemplar la posibilidad de que esta fuese, como con el plomo, un recurso técnico desarrollado localmente. Tampoco debemos olvidar la posibilidad de que los contenidos en magnesia y potasa en algunos, quizás la mayoría de los vidrios de Saqunda en los que estos elementos presentan lecturas elevadas sea producto de una prolongada exposición a los gases y vapores del combustible.

Recordemos que, de acuerdo con los argumentos expuestos con anterioridad, el proceso de sustitución de los fundentes minerales por los vegetales fue madurando en el Mediterráneo oriental a lo largo del siglo IX<sup>86</sup>, con lo que debe mantenerse abierta la posibilidad de que el uso de cenizas vegetales en Saqunda lo precediese, si no para la producción de vidrio en bruto (asumiendo que los vidrios cuya composición no sugiere el uso de vidrios de natrón como matriz son los más tardíos del conjunto), si al menos para la prolongación de la vida útil de los vidrios tardorromanos.

### Conclusiones

En cuestiones para las que nuestra evidencia resulta tan poco concluyente resulta difícil hacer más que insistir en aquellos aspectos en los que necesitamos más datos con los que perfilar de forma algo más precisa la gran cantidad de preguntas que quedan, inevitablemente, abiertas.

Es necesario seguir explorando contextos cronológicamente precisos de los siglos críticos del proceso de sustitución de fundentes de origen mineral por los de origen vegetal. Los datos presentados en este capítulo, siendo de gran interés, resultan un endeble soporte para trazar la evolución de un fenómeno tan complejo en la Península Ibérica. Hemos identificado indicios que parecen apuntar una respuesta local, el uso del plomo y, posiblemente también, las cenizas vegetales en los vidrios, a

<sup>85</sup> De Juan, J. y N. Schibille. 2017. "Glass import and production in Hispania during the early medieval period: The glass from Ciudad de Vascos (Toledo)". *PlosOne* 12: 1-19.

<sup>86</sup> Sayre, E. V. y R. W. Smith. 1974. "Analytical studies of ancient Egyptian glass". En A. Bizhay (ed) *Recent advances in the Science and Technology of materials*. Nueva York: Plenum: 47-70.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	145/807



un fenómeno global como son las dificultades en el abasto de vidrio en bruto que parecen imponerse sobre el Mediterráneo en el siglo VIII. La aparente presencia de este fenómeno en dos yacimientos con condicionantes muy diferentes pero similar cronología es sin duda un importante punto de partida.

En el Capítulo 6 tendremos oportunidad de reexaminar la cuestión del origen de las cenizas, que de acuerdo con la evidencia presentada en este capítulo, pueden haberse puesto en explotación de forma local antes de que el nuevo sistema productivo impuesto con el uso de las cenizas de origen vegetal alcanzase la madurez.

Sirve al menos este capítulo como confirmación de que, al igual que ocurre en otros contextos y horizontes, en la Península Ibérica, entre los siglos VIII y IX, seguía llegando vidrio fresco del exterior, aunque en menores cantidades, en contra de lo que puedan sugerir los clásicos argumentos “a la Pirene”<sup>87</sup>. Esto es poco sorprendente, habida cuenta la creciente evidencia que apunta a la continuación de lazos comerciales más allá de lo sostenido por las tesis clásicas, como veíamos en detalle en el Capítulo 2. En el caso del vidrio, más concretamente, y en palabras de David Whitehouse “many fewer glass vessels were made in Europe in the third quarter of the first millennium than in the first or second quarters: but the quantity of early medieval glass is such that we can safely rule out scavenging and recycling of Roman glass as a significant source of supply”<sup>88</sup>.

Es importante también ampliar la lente para indagar acerca de cuestiones a las que se ha prestado menos atención de la debida, como es el comercio en fragmentos de vidrio, del que se ha escrito mucho en lo que se refiere al mundo antiguo, pero del que la investigación para la época medieval resulta mucho más escasa. Sin embargo, las posibilidades de este campo son amplias, como confirma la documentación histórica (hasta la fecha apenas se ha explorado la de Venecia<sup>89</sup>) y arqueológica, cuyo exponente más significativo sea posiblemente el pecio de Serçe Limani, un pecio del

<sup>87</sup> Pirene, H. 2013 [1937] *Mohammed and Charlemagne*. Londres: The Folio Society; Hodges, R. 2012. *Dark Age Economics. A New Audit*. Londres: Bloomsbury.

<sup>88</sup> Whitehouse, D. 2003. “Things that travelled: the surprising case of raw glass”. *Early Medieval Europe* 12: 301-5.

<sup>89</sup> Whitehouse, D. 1997. “Islamic Glass and Italy, 1200-1500”. En M. Pierce y M. Tosi (eds) *Papers from the EAA Third Annual Meeting at Ravenna. Vol 2*. Oxford: BAR International Series 758: 191-5.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	146/807



siglo XI hallado frente a las costas de Turquía, y cuyo cargamento incluía varias toneladas de objetos rotos de vidrio, cuyo fin indiscutible era el reciclaje<sup>90</sup>.

Quiero terminar las conclusiones de este capítulo planteando mis dudas al paradigma en torno al que han girado buenas partes de las narrativas de este capítulo. Si bien los datos que se han ofrecido de Algeciras y Saqunda presentan un cuadro poco claro, siendo en este momento imposible extraer excesivas conclusiones, si parece que nos encontramos ante una respuesta local a una situación global, como es la creciente dificultad para el abasto de vidrios frescos procedentes del Mediterráneo oriental. Al contrario de lo que ocurre en Gran Bretaña, Italia o Alemania, en el sur de la Península Ibérica la necesidad de añadir fundentes adicionales a vidrios preexistentes puede haberse satisfecho con plomo, en lugar de con fundentes vegetales. Es también posible que estos fuesen también empleados, pero la falta de precisión de los datos y de las cronologías hace que esto no resulte en medida alguna seguro.

Aún asumiendo que es así, es necesario comenzar a replantear la narrativa dominante, que pone el foco sobre las innovaciones en desarrollo en el Próximo Oriente entre finales del siglo VIII y principios del siglo IX, a las que se atribuye el papel de detonante en la transformación tecnológica que había de marcar las nuevas reglas del juego en la cuenca mediterránea. Hemos visto como, muy probablemente, los vidrieros anglosajones conocían el valor de las cenizas vegetales en la producción de vidrio ya desde mediados del siglo VI, y en Alemania también están atestiguadas estas producciones desde principios del siglo IX, cuando la transformación en el Próximo Oriente parecía encontrarse todavía en marcha.

Es posible, por tanto, argumentar que la atención preferente prestada al desarrollo de la nueva tecnología en el Mediterráneo oriental debe compensarse con un estudio igualmente exhaustivo y detallado del proceso de cambio en el resto de regiones. Es cierto, como vamos a ver en detalle en el Capítulo 6, que en los siglos que siguen a los que tratamos en este capítulo, la Península Ibérica bajo dominio islámico parece alinearse con las prácticas tecnológicas que caracterizan el Islam medieval en la región Mediterránea, pero sabemos que las vidrieras de las iglesias y catedrales de

<sup>90</sup> Bass, G. F., B. Lledo, S. Matthews y R. H. Brill. 2009. *Serçe Limani, Vol 2: The Glass of an Eleventh Century Shipwreck*. Houston: Texas A&M University Press.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	147/807



zona cristiana eran predominantemente producidas con vidrios potásicos cuya tradición procede de la Europa septentrional<sup>91</sup>. Son, por tanto, necesarios más análisis de otras regiones de la Península Ibérica, para ir acotando de forma más precisa el alcance de ambas tradiciones tecnológicas.

Lo que parece claro es que debemos abandonar la narrativa que sitúa el cambio tecnológico a nivel continental tras los procesos de innovación producidos en el Mediterráneo oriental. En el norte de Europa la adopción de fundentes vegetales no sólo parece preceder estos procesos, sino que mantuvieron una tradición productiva propia bien definida durante toda la Edad Media. La evidencia también sugiere que un proceso similar pudo producirse en Italia, a pesar de que posteriormente las cenizas próximo orientales acabaran por imponerse como opción preferente.

Sobre estas narrativas operan dos fuerzas centrípetas de gran calado. Por un lado, el papel nuclear jugado por el Mediterráneo oriental en la industria del vidrio en época romana y tardorromana, lo que explica una cierta inercia en la investigación. Por otro, narrativas más amplias que tienden a infravalorar la capacidad del occidente Europeo para la innovación en los siglos iniciales de la Edad Media, como consecuencia del supuesto atraso derivado de la disolución del Imperio Romano de Occidente.

A pesar de las profundas raíces que poseen estas narrativas, la evidencia indica con poco lugar a dudas que a nivel local los vidrieros eran capaces de compensar las dificultades en el suministro de materias primas, y que de hecho lo hicieron, a veces con varios siglos de antelación con respecto al desarrollo de tecnologías alternativas al natrón en el Mediterráneo Oriental.

El desequilibrio en el grado de atención prestada a los distintos procesos de innovación que tuvieron lugar en torno a la producción de vidrio en Europa y el Mediterráneo entre los siglos VI y IX es relativamente fácil de corregir. Sólo precisan

<sup>91</sup> Nieto Alcaide, V. 1997. "La profesión y oficio de vidriero en los siglos XV y XVI: Talleres, encargos y clientes". *Espacio, Tiempo y Forma, Serie VII. Hª del Arte* 10: 44: 52; Carmona, N., M. García-Heras, C. Gil y A. Villegas. 2004. "Vidrios y grisallas del s. XV de la Cartuja de Miraflores (Burgos): Caracterización y estado de conservación". *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio* 44: 251-8; Alonso, M. P., F. Capel, F. Valle, A. de Pablos, I. Ortega, B. Gómez y M. A. Respaldiza. 2009. "Caracterización de un vidrio rojo medieval procedente de las vidrieras del Monasterio de las Huelgas de Burgos". *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio* 48: 179-86; Bazzochi, F. 2012. *Las vidrieras góticas mediterráneas. El caso concreto de Barcelona y Siena en el siglo XIV*. Unpublished PhD Dissertation. Universidad de Barcelona





más análisis que nos permitan una definición más precisa de los procesos técnicos desarrollados, reduciendo así el déficit de información de la que adolecen algunas regiones. El desequilibrio epistemológico es más difícil de atajar, porque es mucho más sutil. Tenemos tendencia a explicar la adopción de fundentes alternativos al natrón en Gran Bretaña, Alemania, Italia y España, por mencionar sólo las regiones que hemos incluido en los argumentos que componen el presente capítulo, como una respuesta a la escasez de importaciones de vidrio fresco oriental. Sin embargo, procesos que son, desde un punto de vista idénticos, en el Mediterráneo Oriental se presentan como un proceso de innovación. En aquellas regiones en las que la tecnología dominante en las regiones Mediterráneas del Islam acabó por imponerse, la adopción de la nueva tecnología se asume como libre de obstáculos y natural. Es muy posible que estas nuevas tecnologías fuesen adoptadas sin demasiada dificultad en la Península Ibérica, pero no podemos asumir que fuese así. Este capítulo presenta ciertas evidencias del desarrollo a nivel local de una tecnología (quizás dos) que permitió mantener la actividad del trabajo del vidrio, a pesar de la disminución drástica de los suministros que eran tradicionales. No podemos sencillamente asumir que dicha tecnología fue abandonada sin más a la llegada de las tradiciones procedentes del Mediterráneo oriental. Que se pueda plantear la expansión de conocimientos que implican actividades prácticas complejas y en las que las condiciones ambientales juegan un papel central, por medio de sistemas de transferencia, (que implican constantes traducciones entre actantes) de los que no sabemos prácticamente nada, en términos de “llegada”, ya supone un ejercicio conceptual ciertamente acrobático. Que se siga haciendo con tanta naturalidad sólo se explica por el valor simplificador y explicativo que se sigue asociando a la ruptura como mecanismo de explicación histórica.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	149/807



## Capítulo 4.

### Evidencias arqueológicas de producción. Siglos IX-XV.

#### *Introducción.*

El presente capítulo tiene como objeto examinar la evidencia arqueológica de la producción de vidrios y, en menor medida, de vidriados, en la Península Ibérica entre los siglos IX y XV, dentro de las premisas planteadas en la introducción. En este sentido, y en cierto modo como hacía en el Capítulo 2, voy a limitar el rango de estudio a ciertos campos del registro, mientras otros sólo serán examinados de forma episódica y, en cierto modo, auxiliar a aquellos que constituyen el foco principal de estudio.

Así, me centraré de forma muy específica en las zonas de producción conocidas, con idea no sólo de describirlas de forma aséptica, sino tratando de establecer una tipología de los talleres y también de sus contextos urbanos o rurales. En última instancia, el objeto de este ejercicio es tratar de mapear estos lugares de producción no sólo física sino también socialmente.

De esta manera, pasaré de puntillas sobre cuestiones tales como la tipología de los objetos de vidrio que eran producidos y circulados, excepto cuando ésta tenga relevancia para las cuestiones productivas. Cuestiones tales como el comercio de los objetos terminados jugarán también un papel secundario, siempre y cuando no afecten a nuestra comprensión de los factores tecnológicos y técnicos implicados.

Antes de acometer el estudio directo del registro, no obstante, habremos de hacer una exposición más o menos extensa de los condicionantes que marcan la estructura del campo de estudio, porque estos tienen un rol directo en su interpretación. Una revisión somera de la historiografía, no sólo en lo que afecta directamente al vidrio y su producción, sino en general a la historia y la arqueología de la España medieval, será por tanto necesaria, porque esta se encuentra detrás, no siempre de manera evidente, de las distintas interpretaciones que se han venido

dando a diversos fenómenos sociales, incluyendo el de la transmisión del conocimiento técnico y su implementación práctica.

#### *Los condicionantes del campo de estudio*

Como afirmábamos en el Capítulo 1, los procesos tecnológicos y técnicos reales se alejan de la linealidad y el sentido de tautología de las que, con demasiada frecuencia, se han teñido las narrativas de historiadores y arqueólogos. Esta presentación bidimensional de lo que son procesos no lineales, complejos y multidimensionales, resulta especialmente frustrante cuando se combina con la de un campo de estudio tan poco neutral como el de la historia medieval en la Península Ibérica, articulada, además, en torno a una columna vertebral tan lineal como la *Reconquista*<sup>1</sup>. La tradicional visión dicotómica que de la historia medieval Ibérica ofrecen las narrativas tradicionales se combina con “la visión estándar de la tecnología” de Pffafemberger<sup>2</sup>, resultando en un cóctel insuperable de orientalismo y tautología que es necesario superar, máxime porque ambos paradigmas se encuentran firmemente alojados en el imaginario colectivo, convirtiéndose en la opción “por defecto” en las interpretaciones<sup>3</sup>. No es casual que el mito del progreso (tecnológico) y el concepto de la historia (y en concreto el perfil de la historia medieval española), se gestasen en ambos casos en el siglo XIX.

La arqueología medieval en España y Portugal es, además, una disciplina muy reciente, que no puede considerarse cristalizada y entonces sólo de forma balbuceante, hasta finales de los 70 y principios de los 80 del siglo XX, cuando los paradigmas históricos ya se encontraban plenamente consolidados, lo que

<sup>1</sup> García Sanjuán, A. 2017. “Al-Andalus en la historiografía nacionalcatólica española: Claudio Sánchez Albornoz”. *eHumanista* 37: 305-28.

<sup>2</sup> Pffaffenberger, B. 1992. “Social Anthropology of Technology”. *Annual Review of Anthropology* 21: 491-516.

<sup>3</sup> Para la pervivencia del paradigma tecnológico ver Pffaffenberger, B. 1992. “Social Anthropology of Technology”. *Annual Review of Anthropology* 21: 491-516. Para el paradigma relacionado con la historia medieval en la Península Ibérica ver Sabaté, F. 2017. “La edad media que nos acompaña”. *Memoria Europaeae* 3 10-48; Sáiz, J. 2017. “Pervivencias escolares de narrativa nacional española: Reconquista, Reyes Católicos e Imperio en libros de texto de historia y en relatos de estudiantes”. *Historia y Memoria de la Educación* 6: 165-201. Para el concepto de orientalismo ver el clásico Said, E. 1978. *Orientalism*. Londres: Penguin.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	151/807



inevitablemente la condujo por los caminos ya trazados. Estos inicios entorpecieron, y siguen haciéndolo hoy en día, el desarrollo de preguntas verdaderamente arqueológicas<sup>4</sup>. Como resultado de esta dirección historicista, el estudio de la arqueología medieval, allí dónde se ha producido, se ha entendido a menudo como simple herramienta de ilustración de las narrativas históricas o, en el mejor de los casos, como una alternativa con mayor contenido sólo cuando el registro escrito se considera insuficiente o demasiado sesgado. Esto deja fuera de foco procesos que, por su prolongación en el tiempo y por sus complejas formas de interacción con la cultura material precisan de una perspectiva genuinamente arqueológica y holística, entre los cuales se encuentran los procesos técnicos y tecnológicos.

Además de apartar el foco de los procesos tecnológicos, esta convergencia de linealidad, tautología y orientalismo tuvo inevitablemente como resultado una fuerte normativización; ya en el capítulo anterior señalábamos la fuerte tendencia de los estudios que se centran en horizontes culturales islámicos a crear referencias centrales ficticias al contraluz de las cuales se observan el resto de contextos. Esto crea normas igualmente espurias pero de gran solidez. Una de las más claras, y de las que va a tener mayor impacto en la interpretación de los espacios productivos que son objeto del presente capítulo, es la consideración de las sociedades islámicas como eminentemente urbanas, y mucha atención investigadora se ha enfocado en la caracterización de tejidos urbanos<sup>5</sup>. Esta caracterización, sin embargo, lejos de responder en la mayoría de los casos a las características del registro, se fundamenta en una rígida normativa desarrollada a partir de las ciudades de la zona nuclear del Islam, y del contenido de textos legales y filosóficos, para configurar una precisa semblanza de la “ciudad islámica” (que sirve como contrapunto medieval a la “ciudad

<sup>4</sup> Izquierdo, R. 1994. “La arqueología medieval en España: antecedentes y estado actual”. *Arqueología y Territorio Medieval* 1: 119-28; Malpica, A., y A. García Porras. 2011. “Los últimos 25 años de arqueología medieval en Andalucía”. *Boletín de Arqueología Medieval* 15: 25-45; Salvatierra, V. 2015. “El lugar de visigodos y omeyas en la historiografía de los siglos XIX y XX. – Aportaciones a un debate sobre continuidad y ruptura”. *Archivo Español de Arqueología* 88: 247-61.

<sup>5</sup> Izquierdo, R. 1994. “La arqueología medieval en España: antecedentes y estado actual”. *Arqueología y Territorio Medieval* 1: 123-4; Franco, B. y V. M. Gibello. 2012. “La arqueología medieval en Extremadura. Estado de la cuestión”. *Boletín de Arqueología Medieval* 16: 89; Vigil-Escalera, A., M. Presas, E. Serrano y M. Torr. 2012. “La arqueología medieval madrileña durante el último cuarto de siglo (1985-2010). *Boletín de Arqueología Medieval* 16: 152.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	152/807



clásica”)<sup>6</sup>. Como resultado de esto, y a pesar de repetidas advertencias en contra de esta práctica<sup>7</sup>, la exploración de la ciudad islámica suele guiarse por este marco de referencia y los arqueólogos tienden a encajar la evidencia de acuerdo con el mismo. Cuando la evidencia no responde a las expectativas, y esto veremos más adelante que puede haber jugado un papel clave en la interpretación errónea de algunas zonas productivas, suele sencillamente descartarse y subordinarse a la normativa fijada por textos tales como tratados de *hisba*, manuales urbanísticos y filosóficos, etc. En este caso, el registro escrito es, más que una ayuda a la interpretación, una camisa de fuerza (o un callejón sin salida), lo que, en última instancia, convierte la práctica arqueológica en un ejercicio del todo fútil<sup>8</sup>. En la Península Ibérica esto se suma al hecho de que la mayor parte de la investigación desarrollada en áreas urbanas corresponde a intervenciones de urgencia. Los arqueólogos de campo están sometidos a grandes presiones y han de trabajar con recursos muy limitados, mermando su habilidad de interpretar el registro en profundidad, lo que con demasiada frecuencia los empuja hacia la adopción de explicaciones prefiguradas.

Como afirman Patrice Cressier y Sonia Gutiérrez Lloret, la propia estructura de las leyes de protección del patrimonio contribuye a esta situación al dar prioridad a los restos arqueológicos situados en los centros históricos sobre aquellos localizados en la periferia; esto recrea la imagen esperada de la compacta ciudad islámica, nítidamente separada del ámbito rural, como corresponde a las sociedades urbanas<sup>9</sup>.

Esta rígida normativización tiene importantes implicaciones teóricas. Recientemente, los arqueólogos que investigan la edad media en la Península Ibérica han sido acusados de “rellenar las lagunas” del registro con presupuestos culturales, es

<sup>6</sup> Mailló Salgado, F. 1995. “El palacio islámico: De la dār al-imāra a la ciudad palatina”. En *XXII Semana de Estudios Medievales. Tecnología y sociedad: las grandes obras públicas en la Europa Medieval*. Estella: Gobierno de Navarra: 327.

<sup>7</sup> Milwright, M. 2010. *An Introduction to Islamic Archaeology*. Edimburgo: Edinburgh University Press: 84; Insoll, T. 1999. *The Archaeology of Islam*. Oxford: Blackwell: 202-5.

<sup>8</sup> Cressier, P. y S. Gutiérrez Lloret. 2009. “Archéologie de l’Islam européen. Sept siècles de présence arabo-berebere”. En J-P. Demoule (ed) *L’Europe: un continent redécouvert par l’archéologie*. París: Gallimard:154.

<sup>9</sup> Cressier, P. y S. Gutiérrez Lloret. 2009. “Archéologie de l’Islam européen. Sept siècles de présence arabo-berebere”. En J-P. Demoule (ed) *L’Europe: un continent redécouvert par l’archéologie*. París. Gallimard:154; Pozo, I., A. Robles y A. Porrúa. 2012. “Veinticinco años de arqueología medieval en la región de Murcia. Museos y espacios de representación cultural para las ciencias sociales”. *Boletín de Arqueología Medieval* 16: 210.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	153/807



decir, de desarrollar interpretaciones cuestionables con el único apoyo de sus premisas teóricas<sup>10</sup>. Mientras es cierto que los arqueólogos podemos ser culpables de, ocasionalmente, llenar esas lagunas del registro de forma no suficientemente crítica, como ocurre por ejemplo, como decimos, con la caracterización de las estructuras urbanas, es importante no confundir normativa con teoría. En realidad, la arqueología medieval española carece, precisamente por el peso de la normativa y sus principios historicistas, de un corpus teórico suficientemente sólido.

Un campo en el que estos pobres cimientos teóricos se aprecian con mayor claridad son los de la relación entre la cultura material y la tecnología con otros aspectos de la sociedad. El potencial interpretativo de la cerámica, que, es preciso recordarlo, se encuentra aún en proceso de seriación (lo que en sí supone un problema incluso para la interpretación objetiva de los contextos arqueológicos), queda en la mayor parte de las ocasiones sin explotar plenamente<sup>11</sup>. Excepciones a esta regla son los pioneros trabajos desarrollados por Juan Zozaya y Guillermo Rosselló, entre otros, cuya postura con respecto a la cultura material y su interpretación se basa en la segunda generación de la escuela de *Annales*<sup>12</sup>. Más recientemente, Sonia Gutiérrez Lloret analizó arqueológicamente las transformaciones experimentadas por el sudeste español tras la invasión del 711, basándose fundamentalmente en las posibilidades interpretativas de la cerámica<sup>13</sup>, mientras Helena Kirchner, está explorando la innovación técnica en el campo de la producción cerámica como indicador de transformaciones sociales<sup>14</sup>.

<sup>10</sup> Manzano, E. 2018. "Entre hechos y artefactos". Interpretaciones históricas y arqueología en al-Andalus" Disponible en [https://www.academia.edu/37828012/Entre\\_hechos\\_y\\_artefactos\\_Interpretaciones\\_hist%C3%B3ricas\\_y\\_arqueolog%C3%ADa\\_en\\_al-Andalus](https://www.academia.edu/37828012/Entre_hechos_y_artefactos_Interpretaciones_hist%C3%B3ricas_y_arqueolog%C3%ADa_en_al-Andalus).

<sup>11</sup> Vigil-Escalera, A. 2006. "El modelo de poblamiento rural en la meseta y algunas cuestiones de visibilidad arqueológica". En J. López, A. M. Martínez y J. Morín (eds) *Gallia e Hispania en el contexto de la presencia germánica* (ss. V-VII). Oxford: British Archaeological Reports International Series 1534. Archaeopress:148; Azuar, R. 2013. "Los últimos 25 años de arqueología medieval en el País Valenciano". *Boletín de Arqueología Medieval* 17: 337-8; Ferreira, I. C. 2013. "25 anos de arqueología medieval em Portugal". *Boletín de Arqueología Medieval* 17: 347-92.

<sup>12</sup> García Porras, A. 2018. "Treinta años de una nueva arqueología de al-Andalus" En J. A. Quirós (ed) *Treinta años de arqueología medieval en España*. Oxford: Archaeopress: 105.

<sup>13</sup> Gutiérrez Lloret. 1996. *La Cora de Tudmir. De la Antigüedad Tardía al Mundo Islámico. Poblamiento y cultura material*. Madrid y Alicante: Casa de Velázquez y Diputación Provincial de Alicante.

<sup>14</sup> Kirchner, H. 2002. *La cerámica de Yabîsa (Eivissa). Estudi del fons de ceràmica del Museu Arqueològic d'Eivissa i Formentera*. Ibiza: Museu Arqueològic d'Eivissa; Kirchner, H. 2009. "Cerámicas andalusíes a torneta en Ibiza (Balears). Un indicador del proceso de migración y colonización". En M. A. Hervás, M.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	154/807



En lo que se refiere al papel social de la tecnología, los únicos esfuerzos han tenido que ver con el trabajo del grupo de investigadores originalmente liderados por Miquel Barceló en el análisis de las estructuras de riego en la zona oriental de la Península Ibérica<sup>15</sup>. En otros aspectos, el estudio de la tecnología medieval en la Península Ibérica se ha visto lastrado por otra de las sólidas narrativas al uso, en la que la península se conceptualiza como una “bisagra” o puente entre civilizaciones<sup>16</sup>, lo que, por un lado, supone poner el acento en el papel de estos territorios como intermediarios y no en sus procesos autónomos, y por otro, perpetúa la dicotomía entre oriente y occidente, que se convierte así en el foco del análisis, más que las sociedades históricas que los habitaron por sí mismas. Así, la sociedad ibérica medieval queda reducida poco más que a ser el medio que permite una transacción.

Además de todo esto, las demandas sociales y políticas también han tenido un enorme impacto en la dirección que han adoptado las líneas de investigación, lo que, como tendremos ocasión de ver en detalle más adelante en dos yacimientos que considero claves, Madīnat al-Zahrā y la Alhambra de Granada, ha relegado el estudio de la tecnología a un papel que en el mejor de los casos sólo puede considerarse como secundario o auxiliar. Monumentos que destacan por su carácter exótico, como Madīnat al-Zahrā, la Alhambra de Granada o el Alcázar de Sevilla, han absorbido una enorme cantidad de recursos, mientras que los fundamentales yacimientos que los rodean han sido prácticamente ignorados. Es más, en los tres yacimientos se han desarrollado trabajos arqueológicos de enorme calidad, capaces de iluminar, como veremos luego, muchas de las claves del papel social de las prácticas tecnológicas, pero las conclusiones obtenidas en dichos trabajos no han sido incorporadas a los

---

Retuerce, A. de Juan y J. Zozaya (eds) *Actas del VIII Congreso Internacional de Cerámica Medieval en el Mediterráneo*. Ciudad Real: Asociación Española de Arqueología Medieval: 419-7.

<sup>15</sup> Ver por ejemplo Retamero, F. 2006. “Lo que el tamaño importa. Cuando y por qué se modificaron los antiguos sistemas hidráulicos andalusíes”. *Arqueología Espacial* 26: 293-310; Kirchner, H. 2019. “Water Management and Irrigation in Medieval Societies; An Overview”. En M. T. Abate (ed) *Convivencia and Medieval Spain. Essays in Honour of Thomas F. Glick*. Cham: Palgrave Macmillan: 65-98.

<sup>16</sup> Catlos, B. 2018. *Kingdoms of Faith. A new history of Islamic Spain*. Nueva York: Basic Books: 427-9. Para ver el desarrollo de un proceso historiográfico similar en los Balcanes ver Todorova, M. 2009. *Imagining the Balkans*. Oxford: Oxford University Press: 57-9.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	155/807





circuitos turísticos ni a la narrativa de los yacimientos<sup>17</sup>. En muchos de estos casos, la arqueología ni siquiera se percibe como fuente de conocimiento, sino que es sólo conceptualizada como complemento instrumental de la restauración y la conservación. En este sentido, los criterios turísticos le han ganado la partida al interés científico<sup>18</sup>.

Es necesario, en este punto, hacer una serie de consideraciones prácticas. Como ya mencionábamos en la introducción, las zonas de producción que me dispongo a caracterizar se encuentran en el sur de la Península Ibérica, como producto de la estructura administrativa del trabajo arqueológico en España y de la escasez de publicaciones dedicadas a la difusión de las actividades de urgencia.

Este no es un problema menor, como demuestra el hecho de que publicaciones anteriores que trataban la producción de vidrio en época medieval en la Península Ibérica se hacían eco de un catálogo de restos que dejaba fuera muchas de las zonas de producción excavadas. Por ejemplo, en una publicación del año 2006 Rontomé y Pastor afirmaban de forma categórica que los únicos talleres de vidrio medievales conocidos en España eran los de Pechina y el Casón de Puxmarina<sup>19</sup>, cuando el número de talleres conocidos ya en esa fecha era mucho mayor. Cabe suponer que los autores de esta publicación se limitaron a reflejar la información publicada, sin explorar otras fuentes de información como son los repositorios de informes de excavación.

Por otro lado, los restos que vamos a examinar cubren un amplísimo marco cronológico y un número elevado de tipologías distintas, lo que en cierto modo contribuye a mitigar la naturaleza parcial de nuestra evidencia. Esto es importante porque, junto con la evidencia composicional, las zonas productivas que vamos a describir y examinar en su contexto suponen quizás el apartado más importante de la evidencia a nuestra disposición. Como veremos en el Capítulo 5, los testimonios escritos son escasos (y en la mayor parte de los casos muy tardíos, dejando enormes lagunas en los siglos de la alta y plena edad media), y proporcionan información válida sólo tras aplicar un minucioso trabajo de exégesis.

<sup>17</sup> Malpica, A., y A. García Porras. 2011. "Los últimos 25 años de arqueología medieval en Andalucía". *Boletín de Arqueología Medieval* 15: 41-2; Carvajal, J. C. 2014. "Review Article. The Archaeology of al-Andalus: Past, Present and Future." *Medieval Archaeology* 58: 330.

<sup>18</sup> Sabaté, F. 2017. "La edad media que nos acompaña". *Memoria Europaeae* 3:22-3.

<sup>19</sup> Rontomé, E. y P. Pastor. 2006. "El vidrio andalusí". En E. Rontomé (ed) *Vidrio islámico en al-Andalus*. Cuenca: Real Fábrica de Cristales de la Granja: 42.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	156/807



El vidrio medieval, con excepción quizás de las vidrieras de las catedrales, que sí han recibido más atención (aunque quedan fuera de nuestro objeto de análisis), ha sido hasta la fecha una disciplina francamente menor. Una proporción notable de las publicaciones existentes, además, se centran en un análisis tipológico clásico de recipientes y otros objetos, con especial énfasis en la decoración<sup>20</sup>. Es importante además resaltar que su número es mucho menor que, por ejemplo, los que existen para el periodo romano y tardorromano. Esto se ve potenciado por la ausencia de tipologías de referencia como por ejemplo la de Clasina Isings para el mundo romano, que si bien han sido usadas, como afirmábamos en el Capítulo 2, de forma excesivamente mecánica y acrítica, han servido al menos para establecer una terminología precisa, que no encontramos para el periodo medieval<sup>21</sup>.

<sup>20</sup> Rontomé, E. 2006. "Breve introducción al vidrio islámico medieval". En E Rontomé (ed) *Vidrio islámico en al-Andalus*. Cuenca: Real Fábrica de Cristales de la Granja: 75.

<sup>21</sup> Una breve selección de los más relevantes incluye Zozaya, J. 1982. *Vidrios tallados medievales procedentes de Balaguer*. Puigcerdá: Institut d'Estudis Ceretans; Fernández Gabaldón, S. 1987. "Vidrios islámicos de los baños árabes del Alcázar de Jerez de la Frontera (Colección Menéndez Pidal)". En *Arqueología Medieval Española II. Congreso*. (Madrid 19-24 enero 1987). Tomo II. Comunicaciones. Madrid: 607-616; Melero, M. 1988. "Análisis tipológico del vidrio nazari de la Alhambra". En *Estudios dedicados a D. Jesús Bermúdez Pareja*. Granada: Asociación Cultural de Amigos del Museo Hispanomusulmán: 71-93; Navarro, J. 1991. *Una casa islámica en Murcia. Estudio de su ajuar*. Murcia: Centro de estudios árabes y arqueológicos "Ibn Arabi"; Cressier, P. 1993. "Humildes joyas: pulseras de vidrio en una casa de Senes". *Revista de estudios históricos de Granada y su reino* 7: 67-84; Puche, C. 1993. "El vidrio almohade en al-Andalus. Una primera aproximación formal". *IV Congreso de Arqueología Medieval Española*. Alicante: Diputación Provincial de Alicante: 929-30; Azuar, R. y C. Puche. 1994. "El vidrio". En R. Azuar (ed) *Castillo del Río de Aspe (Alicante). Arqueología e historia de un asentamiento andalusí. Siglos XII/XIII*. Alicante: Diputación Provincial de Alicante: 183-6; Jiménez, P. 2000. "El vidrio andalusí en Murcia". En P. Cressier (ed) *El vidrio en al-Andalus*. Madrid: Casa de Velázquez: 116-48; Puche, C. 2000. "Los vidrios islámicos de Alicante. Problemas de estudio." P. Cressier (ed) *El vidrio en al-Andalus*. Madrid: Casa de Velázquez: 149-64; Rontomé, E. 2000. "Vidrios califales de Madinat al-Zahra". En P. Cressier (ed) *El vidrio en al-Andalus*. Madrid: Casa de Velázquez: 103-115; Ferreira, M. 2004. "Espolio vítreo proveniente da estação arqueológica do mosteiro de Sta. Clara-a-Velha de Coimbra: resultados preliminares". *Revista Portuguesa de Arqueologia* 7: 541-83; Medici, T. "The Glass Finds from Rua De Judiaria, Almada, Portugal (12<sup>th</sup>-19<sup>th</sup> Century)". *Revista Portuguesa de Arqueologia* 8: 535-69; Carreras, T. 2006. "Historia de la colección de vidrio del Museu d'arqueologia de Catalunya". En E. Rontomé (ed) *Vidrio islámico en al-Andalus*. Cuenca: Real Fábrica de Cristales de la Granja: 86-91; Navarro, J. y P. Jiménez. 2007. *Siyasa. Estudio arqueológico del despoblado andalusí*. Granada. CSIC. Escuela de Estudios Árabes de Granada; García Sandoval, J. 2009. *Luces de Sefarad. El resplandor de las lámparas de vidrio de la sinagoga de Lorca. Estudio tipológico*. Murcia: Museo de Bellas Artes de Murcia; Ligia, R., y M. F. Palma. 2010. "Os vidros islâmicos de Mertola (séculos XI-XIII): técnicas decorativas". *Arqueologia medieval* 11: 69-77; Ruiz, L. 2010. "Un ungüentario de vidrio andalusí en el ajuar doméstico del siglo XIII, hallado en el Hisn Yakka (Yecla, Murcia)". *Yakka. Revista de Estudios Yecanos* 18: 5-27; Ferreira, M. y T. Medici. 2010. "Mould-blown decorative patterns on medieval and post-Medieval glass beakers found in Portugal (14<sup>th</sup>-18<sup>th</sup> century)". En *Actes des 23e Rencontres de l'Association française pour l'Archéologie du Verre*. Bruselas: l'Institut royal du Patrimoine artistique: 403-11; Velasco, A. y D. Whitehouse. 2012. "A relief-cut bowl from Besalú (Girona, Spain). *Journal of Glass Studies* 54: 119-25; Malalana, A. y O. Lora. 2013. "Catálogo de un ajuar de brazaletes de vidrio de

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	157/807



En lo que se refiere a aspectos productivos, por tanto, sólo es posible reseñar un artículo de Pedro Jiménez Castillo, en el que, no obstante, casi toda la atención se enfoca en las técnicas de transformación del vidrio en objetos terminados, sin entrar a discutir en detalle la cuestión de la producción de la “materia prima”, más allá de la posible identificación de hornos de producción primaria en Murcia<sup>22</sup>.

Antes de cerrar esta sección es necesario recordar otra potencial fuente de información que si bien no es, estrictamente hablando, arqueológica, puede servirnos de auxilio a la hora de identificar zonas de producción. Esta fuente de información no siempre ha sido explotada todo lo que sería deseable. Tenemos constancia de el impacto que la producción de vidrio puede llegar a tener en la toponimia. Como veremos en el Capítulo 5, al menos dos pueblos en la Península Ibérica vieron sus nombres ancestrales alterados en respuesta a la intensa actividad vidriera que en ellos se desarrollaba: Cadalso (en la actual provincia de Madrid), que pasó a llamarse Cadalso de los Vidrios, en Madrid, y Palau del Vidre (antes Palau del Rosellón) (situado justo al norte de la actual frontera con Francia). No hay ningún motivo por el que las numerosas calles que reciben un apelativo similar no respondan a la misma pauta, y de hecho tenemos evidencias documentales de que esto era así en Barcelona y en Mallorca. También existen indicios arqueológicos de ello, como veremos un poco más adelante, en Granada, donde una excavación de urgencia ha descubierto importantes indicios de producción de vidrio en la c/Horno del Vidrio, no lejos de la Alhambra. Calles similares aparecen en los callejeros de ciudades como Tarragona, Valencia o Sevilla<sup>23</sup>. Se da además la circunstancia de que en Sevilla la Calle Vidrio se ubica en la parroquia de San Bartolomé, donde tenemos constancia de la presencia de varios talleres de vidrio en época bajomedieval, como veremos en detalle en el Capítulo 5.

---

época nazarí (siglo XIII) perteneciente a los conjuntos funerarios de la calle Mendivil (Málaga). *Revista Portuguesa de Arqueologia* 17: 245-61; Cambil, I. 2016. *El vidrio en la Alhambra. Desde el periodo nazarí hasta el siglo XVII*. Granada: Patronato de la Alhambra y Generalife; De Juan, J., y Y. Cáceres. 2016. “Los vidrios de ciudad de Vascos (Toledo) (ss. X-XI)”. *Arqueología y Territorio Medieval* 23: 7-22; De Juan, J. y N. Schibille. 2018. “El vidrio en la taifa de Toledo: reflexiones a partir de Ciudad de Vascos y el convento de Santa Fe”. En Sarr, B (ed) *Historia y arqueología de los reinos taifas*. Motril: Alhulia: 473-87. Para un repaso más o menos actualizado de la historiografía del vidrio andalusí ver Zozaya, J. 2000. “Algunas sugerencias sobre el estudio del vidrio en al-Andalus”. En P. Cressier (ed) *El vidrio en al-Andalus*. Madrid: Casa de Velázquez: 63-82.

<sup>22</sup> Jiménez, P. 2006. “Talleres, técnicas y producciones de vidrio en al-Andalus”. En E Rontomé (ed) *Vidrio islámico en al-Andalus*. Cuenca: Real Fábrica de Cristales de la Granja: 51-70.

<sup>23</sup> Frothingham, A. 1963. *Spanish Glass*. Londres: Faber: 25.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	158/807



### *Talleres de producción manufactura del vidrio en el Mediterráneo*

Antes de adentrarnos en la evidencia arqueológica de la producción de vidrio en la Península Ibérica es necesario hacer un repaso a lo que nos indica el registro en otras regiones mediterráneas. En este sentido, nos vamos a apoyar no sólo en los restos arqueológicos, sino también en las fuentes escritas e iconográficas, algunas de las cuales revisaremos en el siguiente capítulo. Esto es necesario si queremos hacer una comparación eficaz de los restos arqueológicos ibéricos que vamos a proceder a examinar a continuación. No se pretende en este apartado hacer un examen exhaustivo de la evidencia a nivel Mediterráneo, sino tratar de hacer una caracterización general y a la vez precisa del tipo de zonas productivas existentes en el Mediterráneo durante la Edad Media.

Antes que nada, es preciso recordar que, tradicionalmente, se ha venido manejando la idea de la división de los hornos medievales de vidrio en dos grandes tipos, el tipo “septentrional”, en la que el vidrio era producido con cenizas de leña, y el “meridional”, en el que el fundente empleado serían las cenizas de las plantas halófitas<sup>24</sup>, como hemos visto en el capítulo anterior. Ahora sabemos que la realidad es mucho más compleja, pero estos modelos ideales de horno pueden resultar de utilidad a la hora de evaluar la verdadera naturaleza de los restos arqueológicos. Los hornos meridionales estarían caracterizados por poseer una planta de forma circular, una cámara de combustión parcialmente excavada en el terreno, una cámara intermedia en la que se situarían los crisoles, accesibles al soplador a través de unos estrechos portillos, y una cámara superior que serviría para situar las piezas para su enfriamiento progresivo (haciendo al vidrio más resistentes a los choques térmicos)<sup>25</sup>.

<sup>24</sup> Charleston, R. J. 1978. “Glass furnaces through the ages”. *Journal of Glass Studies* 20: 9-33.

<sup>25</sup> Duckworth, C. y D. Govantes-Edwards. 2019. “Producción y tecnología del vidrio en al-Andalus”. En M. M. Delgado y L. M. Pérez-Aguilar (eds) *Economía y trabajo. Las bases materiales de la vida en al-Andalus*. Sevilla: Ediciones Alfar: 235-62. Hay que tener en cuenta que, como el resto de materiales, el vidrio se contrae al enfriarse, y el proceso de templado asegura que todas sus partes se enfrían (y por tanto contraen) al mismo ritmo, evitando que se generen estreses internos. Gudenrath, B. 2001. “A Survey of Islamic Glassworking and Glass-Decorating Techniques”. En S. Carboni y D. Whitehouse (eds) *Glass of the Sultans*. Nueva York. The Metropolitan Museum of Art: 57.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	159/807



Edward Dillon transcribía una descripción precoz del tipo meridional contenida en un manuscrito sirio (del que desafortunadamente no ofrece referencia) conservado en el Museo Británico, y fechado en el siglo IX o en el siglo X:

The furnace of the glass-makers should have six compartments, of which three are disposed in stories one above the other [...] The lower compartment should be deep, in it is the fire: that of the middle story has an opening in front of the central chambers – these last should be equal, disposed on the side and not in the centre, so that the fire from below may rise towards the central region where the glass is and heat and melt the materials. The upper compartment, which is vaulted, is arranged so as uniformly to roof over the middle story; it is used to cool the vessels after their manufacture<sup>26</sup>.

Como puede comprobarse, esta descripción no resulta todo lo claro que sería deseable, pero permite reconocer sin dificultades el horno “meridional” tipo en todos sus componentes.

El tipo septentrional, por su parte, contaba con los mismos elementos, pero no dispuestos verticalmente sino de forma horizontal, de forma que la cámara de enfriado se situaba junto a la de combustión, no sobre ella.

Comenzando con la región “nuclear” de producción de vidrio, es decir, el Próximo Oriente, existe en la región un tipo de taller de vidrio por el que pasaremos rápidamente, ya que parece exclusivo de la misma, no encontrándose en otras zonas, incluida la Península Ibérica. Se trata de los grandes hornos cisternas de los que ya hemos hecho mención anterior, empleados en la Antigüedad Tardía, mas también a principios de la Edad Media, para producir enormes cantidades de vidrio de una sola hornada. El taller identificado en Hadera incluye hasta dieciséis de estos hornos-

<sup>26</sup> Dillon, E. 1907. *Glass*. Londres: Methuen: 124. Ver también Br. Mus 1593. Eastern Collection; Gasparetto, A. 1967. “A proposito dell’officina vetraria torcellana. Forni e sistemi di fusioni antichi”. *Journal of Glass Studies* 9: 54.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	160/807



tanque, de forma rectangular y más de cinco metros de longitud, siendo cada uno de ellos capaz de producir entre 8 y 10 toneladas de vidrio en cada tanda<sup>27</sup>.

Es importante recordar que los hornos de vidrio, especialmente los que pertenecen a este tipo, no tienen necesariamente estructuras permanentes, ya que las altas temperaturas alcanzadas en su interior, que exceden como norma los 1000 °C, deterioran en gran medida su estructura, y de hecho muchos de ellos serían contruidos para un solo uso.

Este tipo de hornos suelen asociarse de forma casi automática con la costa Sirio-Palestina en época bizantina, pero lo cierto es que su uso no se limita a esta región y periodo, sino que tuvo mayor extensión por el Próximo y Medio Oriente, siendo empleados para la producción de vidrio basado en fundentes de origen vegetal al igual que antes lo habían sido para producir vidrio de natrón. Así, los encontramos en la zona de Mishlab, en al-Raqqa (Siria), punto axial (al menos en el Próximo Oriente) para la transformación tecnológica que analizábamos en el Capítulo 3. Estos hornos están fechados en el siglo IX<sup>28</sup>, mientras que los ubicados en Tiro parecen haber estado en funcionamiento hasta al menos el siglo XI<sup>29</sup>.

En el Próximo y Medio Oriente casi toda la atención se ha concentrado en la producción primaria, pero que en estas regiones, por lo general, la producción primaria y la secundaria se desarrollaban por separado parece estar bastante claro<sup>30</sup>, ya que los talleres de producción primaria presentan en casi todos los casos una total ausencia de materiales asociados a la producción secundaria. La única excepción a esto se encuentra en Tell Zujaj, cerca de las factorías de producción primaria de al-Raqqa. Allí se encontraron además los cimientos de varios hornos “en panal de abeja”, respondiendo por tanto al tipo de horno que Charleston calificaba como “meridional” o vertical. Como veremos, en cualquier caso, esta separación nítida entre producción

<sup>27</sup> Gorin-Rosen, Y. 1993. “Hadera, Bet Eli’Ezer”. *Excavations and Surveys in Israel* 13: 42-3.

<sup>28</sup> Khalil, I. y J. Henderson. 2011. “An interim report on new evidence for early Islamic glass production at al-Raqqa, northern Syria”. *Journal of Glass Studies* 53: 237-42; Henderson, J. 2012. *Ancient Glass. An Interdisciplinary Exploration*. Cambridge: Cambridge University Press: 271.

<sup>29</sup> Aldsworth, F., G. Haggarty, S. Jennings y D. Whitehouse. 2002. “Medieval glassmaking at Tyre, Lebanon”. *Journal of Glass Studies* 44: 66.

<sup>30</sup> Ver también por ejemplo Tal, O., R. E. Jackson-Tal, y I. Freestone. 2004. “New Evidence of the Production of Raw Glass at Late Byzantine Apollonia-Arsuf, Israel”. *Journal of Glass Studies* 46: 61.



primaria y secundaria no es aplicable a la Península Ibérica, al menos en todos los casos

Fuera ya del Próximo Oriente, uno de los ejemplos mas tempranos es un peculiar horno identificado en la zona del ágora de Corinto, estando fechado en el periodo bizantino temprano. No se identificaron los restos del horno *in situ*, sino sólo una serie de fragmentos constructivos relacionados probablemente con la manufactura de vidrio. Los más peculiares entre estos fragmentos estructurales son dos bloques de piedra caliza tallados de forma que presentan una serie de compartimentos divididos por pequeñas crestas, para separar el vidrio (presumiblemente de distintos colores) que se fundía en su interior (ver Figura 4.1). La identificación de esta zona productiva como un taller de vidrio no parece estar abierta a mucha discusión, ya que los bloques estaban cubiertos por una gruesa capa de derrames de vidrio, y la excavación del área circundante dio como resultado el hallazgo de numerosos restos de producción. Aunque originalmente se interpretó el horno como un “horno cisterna” para la producción primaria, esta interpretación quedó luego descartada<sup>31</sup>. De cualquier manera, el horno presenta una peculiar estructura para la que no conozco paralelos.

En Italia, la excavación del yacimiento de Monte Lecco, en los Apeninos genoveses, permitió la identificación de un horno de vidrio (presentaba abundantes restos adheridos a la estructura), con una cámara principal de planta circular formada por bloques irregulares de piedra (Figura 4.2). La superestructura estaba perdida, pero los ladrillos dispersos por las inmediaciones sugerían por su forma una techumbre abovedada. La excavación también resultó en el hallazgo de numerosos crisoles y otros restos de producción, además de material cerámico que permitió la datación del conjunto en las décadas finales del siglo XIV y principios de XV<sup>32</sup>.

También en Italia, diversas excavaciones en Gambassi (Toscana) han dado como resultado el hallazgo de varios hornos de vidrio. El más interesante de todos (otros han demostrado, tras investigación arqueométrica, haber sido modificados en

<sup>31</sup> Davidson, G. 1975. “A Medieval Mystery: Byzantine Glass Production”. *Journal of Glass Studies* 17: 127-30.

<sup>32</sup> Mannoni, T. 1972. “A medieval glasshouse in the Genoese Apennines, Italy”. *Medieval Archaeology* 16: 143-5.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	162/807





su fase final para adecuarse a la producción de cal) es el pequeño horno de Santa Cristina. La cimentación del horno se construyó en piedra local y la superestructura, a juzgar por la presencia de los depósitos sobreimpuestos sobre ellos, estaría construida de ladrillo y teja. El horno, fechado en el siglo XIV, presenta una estructura rectilínea, teniendo una planta rectangular, con un pequeño ábside semicircular, donde se situaría la zona de combustión, en el extremo oriental. La cámara rectangular, de unos 2,50 m de longitud, estaría presumiblemente destinada al soplado (ver Figura 4.3). Algunos de los ladrillos localizados sobre los cimientos presentaban considerables derrames de vidrio, lo que lleva a pensar que formarían parte de los bancos de trabajo. Además de restos de objetos de vidrio, los excavadores identificaron fragmentos de diversos crisoles y otros restos de producción. Entre estos hallazgos se identificaron varios fragmentos de lo que los excavadores denominaron “frita”, pero ni la descripción física de los mismos ni los resultados de la comparación de los análisis arqueométricos desarrollados sobre ellos y algunos de los vidrios identificados parecen justificar dicha definición, porque su composición parece corresponder a la de un vidrio plenamente formado, perfectamente comparable con algunas de las producciones atribuidas al taller<sup>33</sup>. Es por esto que quizás sea mejor definirlos como vidrio en bruto.

También para el caso italiano contamos con testimonios escritos bastante elocuentes, como la descripción hecha por el prelado sueco Peder Månsson de un horno de vidrio romano a principios del siglo XVI:

The second furnace, in which the glass is to be founded, is more difficult to built. It must be entirely built and walled up with damp clay capable of resisting the fiercest heat, and must be in the middle of a wide, roomy house. You lay de foundation wall round in a circle, with a diameter of 12 ½ ft. At the point where the furnace mouth is to be below in the ground, you lay no wall foundation. This furnace must have three arches, one above another. The first and lowest arch mush

<sup>33</sup> Brianese, N., U. Casellato, F. Fenzi, S. Sitran, P. A. Vigato y M. Mendera. 2005. “Medieval and Renaissance glass technology in Tuscany. Part 4: the XIV<sup>th</sup> sites of Sant Cristina (Gambassi-Firenze) and Poggio Imperiale (Siena)”. *Journal of Cultural Heritage* 6: 213-4.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	163/807



occupy the whole interior right up to the walls and be not higher than 2 ½ ft. from the floor and 1 ft. 8 in in diameter. On this arch must be set the pots in which the glass frit is put. Then you arrange the wall outside so that it has six thin ribs, and between each set of ribs you reserve an opening, through which the glass mass is drawn out, worked, inserted and handled. Directly in front of each opening a pot must be set in the furnace with the batch in such a way that the height exactly suits the opening. The second arch is made 4 ft. 2 in. high above the first, extending over the whole furnace, except for a round opening 10-15 in. in diameter in the middle of the arch. Round the top of the opening there must be a ledge, so that the glasses, when put there to cool, may not fall down into the furnace. The third and top arch extends over the whole furnace, and there must be 3 ft. 4 in. between it and the second arch, and three openings, 10 in. broad, through which the smoke discharges and the glasses are put in to cool. The furnace mouth below in the earth should be 1 ft. 8 in. broad. You stoke it with dry wood, the length of which corresponds to the inner breadth of the furnace; and for this purpose on digs out the earth below in front of the furnace mouth<sup>34</sup>

Aparte del hecho de que este texto, que asumo esencialmente correcto, haga una descripción tan exacta del horno, dando incluso sus medidas, es interesante que mencione el uso de la frita, que como veíamos en el capítulo anterior, parece haber sido una parte del proceso que se incorpora a la *chaîne opératoire* del vidrio con el uso de las cenizas vegetales como fundente. La Figura 4.4 es una representación que coincide de forma bastante aproximada con la descripción de Månsson, que parece haber servido de fuente a Vannoccio Biringuccio para su descripción de los hornos de trabajo del vidrio en *De la Pirotechnia*, publicado en 1540<sup>35</sup>, y que revisaremos en el Capítulo 5. La imagen está recogida en el Códice 132 *De Universo*, de Rabano Mauro,

<sup>34</sup> Charleston, R. J. 1978. "Glass furnaces through the ages". *Journal of Glass Studies* 20: 12-3..

<sup>35</sup> Stanley, C. y M. T. Gnudi. 1990. *The Pirotechnia of Vannoccio Biringuccio. The Classic Sixteenth-Century Treatise on Metals and Metallurgy*. New York: Dover.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	164/807



redactado en Monte Cassino en 1023, y posiblemente se encuentre inspirado en un original del siglo V. Otra representación (ver Figura 4.5), en este caso plasmada en un manuscrito (Manuscrito Ms. Chigi F. VIII. 188 de los museos vaticanos) fechado a finales del siglo XV representa un horno de muy similares características, de nuevo en coincidencia con la descripción de Månsson<sup>36</sup>. La única representación de un horno de vidrio que conozco procedente de la España medieval se encuentra en la Cántiga 4 de Alfonso X que, aunque resulta mucho más esquemática que las anteriores, responde perfectamente al patrón que estamos viendo (ver Figura 4.6)<sup>37</sup>. Por otra parte, una famosa representación en el diario de viaje de Sir John Mandeville, en el siglo XIV, parece representar un horno que responde a la descripción del tipo septentrional de Charleston (ver Figura 4.7).

En la Francia meridional, que se encontraba en la confluencia de las regiones meridionales y septentrionales establecidas por Charleston, contamos con una cantidad de restos arqueológicos relativamente abundantes especialmente por la atención prestada por Danielle Foy. Desafortunadamente, todos los ejemplos que han sido descritos en detalle se sitúan en ámbitos rurales, lo que supone un cierto desequilibrio en el registro, que sería deseable completar con la excavación de algún taller urbano.

Un interesante ejemplo es el taller de Seube, fechado en la Baja Edad Media (ver Figura 4.8). La función de los varios hornos encontrados no pudo ser determinada con claridad por los excavadores, y la interpretación se fundamenta, por tanto, en paralelos. El gran horno circular hacía posiblemente las veces de horno de soplado, pero no debe descartarse que la fusión de la frita tuviese lugar en la misma estructura. Existen dos hornos más, que acaso estuviesen reservados a la fusión de la frita, pero es imposible afirmar este punto con certeza. De cualquier forma, el horno circular que se interpreta como de fusión/soplado es importante en el sentido de que responde a los parámetros establecidos por Charleston para los hornos meridionales, ya que posee dos niveles por encima de la cámara de combustión, siendo el superior de todos posiblemente una cámara de templado. Otro elemento de gran interés de este taller

<sup>36</sup> Musei Vaticani Ms. Chigi F. VIII. 188.

<sup>37</sup> Menéndez Pidal, G. 1986. *La España del siglo XIII leída en imágenes*. Madrid: Real Academia de la Historia: 195.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	165/807



es que en él pudo identificarse una zona abierta empleada para la trituración de la frita<sup>38</sup>.

Por su parte, la excavación del taller de Planiers resultó en el hallazgo de un solo horno, producido con las mismas piedras que jalonan el lugar. El horno, de forma aproximadamente rectangular, tenía hasta 4,60 m de longitud (ver Figura 4.9). La zona de combustión, que ocupaba una posición central, tenía dos aperturas, en las alas que se abren a los extremos. Al interior del horno, las piedras que componían su estructura estaban cubiertas de arcilla refractaria con el añadido de fragmentos de crisoles. La interpretación del horno como un horno de soplado es muy problemática, para empezar porque el plano de la estructura no ofrece pista alguna acerca de dónde podía ubicarse la cámara de templado, además de que los restos de soplado encontrados en torno a la estructura son escasísimos. Si esto se suma al hecho de que este fue el único horno identificado en el taller, la estructura debe interpretarse como destinado exclusivamente a la producción de frita. El taller está fechado a finales del siglo XIII<sup>39</sup>.

En el taller de Cadrix, fechado en el siglo XIV, los niveles de destrucción y abandono permiten saber que el horno poseía una bóveda de piedra y tejas. El horno se apoya en el muro perimetral norte del taller, constando de una cámara de combustión de forma aproximadamente ovalada, y semi-enterrado en el terreno, con las paredes interiores cubiertas de arcilla refractaria. El acceso a esta cámara de combustión se hacía por medio de una abertura ovalada con una jamba de piedra. Al oeste se abría la chimenea, que también forma una apertura de forma oval. Por encima de la cámara de combustión se proyectaba hacia adentro una cornisa a modo de banco, en torno a la cámara de soplado, en cuyo centro existe una abertura que servía para llevar el calor desde la cámara de combustión a la de soplado. El banco tiene un diámetro máximo de 1,20 m, y la abertura de unos 20 cm. La superficie del banco está completamente cubierta de derrames de vidrio verdoso. La bóveda se conservaba en una altura aproximada de 40 cm, y la proyección de la estructura sugiere una altura máxima de unos 60 cm. Como indica Danielle Foy, esta es una altura

<sup>38</sup> Foy, D. 2001. *Le verre medieval et son artisanat en France méditerranéenne*. París. CNRS: 144-5.

<sup>39</sup> Foy, D. 2001. *Le verre medieval et son artisanat en France méditerranéenne*. París. CNRS: 150-6.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	166/807



perfectamente adecuada para acomodar los crisoles, pero no así para ubicar una cámara de templado. No obstante, el horno y el muro perimetral septentrional se encontraban unidos por una estructura de arcilla refractaria, perfilada por muros, que formaba una superficie perfectamente horizontal, y que ha sido por tanto interpretada como horno de templado (ver Figura 4.10) (que se situaría por tanto en horizontal con el de soplado, en lugar de en vertical como establece el modelo de horno meridional de Charleston). Debido al hecho de que el flanco meridional del horno se encuentra por tanto ocupado por el horno de templado, se calcula que el horno, a pesar de tener unas dimensiones considerables, podría alojar un total de seis crisoles de forma simultánea<sup>40</sup>.

Finalmente, en África, concretamente en la fundación fatimí de Sabra al-Mansuriyya (Túnez) (construida en 947-948), se ha identificado una zona fabril situada en el corazón de las zonas palaciales<sup>41</sup>, que incluyen hasta dos hornos para la producción de frita y uno para la producción de vidrio. Desafortunadamente, las descripciones que existen para el segundo no son suficientemente detallados, por lo que vamos a centrarnos en los segundos, a pesar de que su estado de conservación no es tan bueno como resultaría deseable. Ambos hornos tienen una planta circular (ver Figura 4.11) y una cubierta abovedada, aunque sólo en uno de los casos la bóveda se conserva parcialmente. Los dos hornos están contruidos con ladrillo y el interior se encuentra recubierto de una capa de arcilla refractaria. Ambos tenían una cámara de combustión semi-enterrada, pero en ninguno de los dos casos se ha conservado el método de ingreso de la leña, si bien resulta poco probable que éste cambie substancialmente con respecto a los que venimos viendo en otros ejemplos. La interpretación de estos hornos como hornos de frita es producto de la ausencia de un tercer piso sobre la cámara de fusión, que en el caso del horno mejor conservado (horno 6043), que preserva parte de la bóveda, hubiese dejado algún resto, que está sin embargo, ausente<sup>42</sup>. No parece existir la posibilidad de que estos hornos operasen

<sup>40</sup> Foy, D. 2001. *Le verre medieval et son artisanat en France méditerranéenne*. París. CNRS: 158-63.

<sup>41</sup> Cressier, P., y Vallejo, A. 2015. "Madinat al-Zahrā et Šabra al-Manšūriyya: Deux versins d'un même scénario". *Journal of Islamic Archaeology* 2: 141.

<sup>42</sup> Thiriot, J. 2009. "Les structures de cuisson d'atelier de potiers du "palais" de Sabra al-Mansuriyya (Kairouan, Tunisie)". En J. Zozaya, M. Retuerce, M. A. Hervás, A. de Juan (eds) *VIII<sup>e</sup> Congrès International sur la céramique médiévale en Méditerranée*. Almagro: HAL Archives Ouvertes: 690-4.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	167/807



en combinación con un horno de templado independiente, ya que aunque el taller en el que se encuentran resulta complejo, al incluir hornos de distintas naturalezas, incluyendo un horno de soplado (que, como decimos, aparece descrito de forma muy sucinta) y un horno cerámico, cabe suponer que el horno interpretado como de soplado lo fue debido a la presencia de una cámara de templado, o su interpretación habría sido idéntica a la de los dos hornos descritos.

### *Talleres de producción/manufactura del vidrio en la Península Ibérica.*

#### *Evidencias arqueológica directa*<sup>43</sup>

(ver Figura 4.12 para las principales localizaciones en las que se han hallado restos arqueológicos de áreas productivas)<sup>44</sup>.

#### Polígono Poniente (Córdoba)

Desafortunadamente, la información que existe acerca de esta posible zona de producción de vidrio es tremendamente exigua, al estar basada en el informe preliminar del arqueólogo director de la intervención<sup>45</sup>. Dicho informe, que no acompaña aparato gráfico, apenas indica “El único dato respecto a estas actividades es la fosa de un pequeño horno situada en el espacio 17. Es posible que el Cuerpo D se

<sup>43</sup> Una versión resumida de algunos de los hornos que vamos a describir puede encontrarse en Duckworth, C. y D. Govantes-Edwards. 2015. “AHG Grant Report. Medieval glass furnaces in southern Spain”. *Glass News* 38: 9-12. Es importante señalar, sin embargo, que desde la publicación de esta nota y la actualidad, algunas de estas zonas de producción han sido re-examinadas o examinadas en mayor profundidad, y como resultado la interpretación de los mismos ha cambiado substancialmente. Ésta que se ofrece ahora es la versión más actualizada de esta interpretación. Además de las zonas de producción descritas en este apartado, tenemos constancia de la localización de un taller en Denia (Alicante), pero el informe de excavación correspondiente a la intervención en la que fue hallado ha resultado imposible de localizar. Jiménez, P; J. Navarro y J. Thiriot. 1998. “Taller de vidrio y casas Andalusíes en Murcia. La excavación arqueológica del Casón de Puxmarina”. *Memorias de Arqueología* 13: 439.

<sup>44</sup> De esta relación va a excluirse el supuesto horno de vidrio emiral excavado en c/Gitanos 8 (Córdoba), porque si bien el informe relativo a esta excavación hacía esta interpretación (ver Piñero Palacios, J. M., J. R. Navas Losada, J. M. Salinas Villegas y J. García Cerezo. 2008. *Memoria final de actividad arqueológica preventiva. c/Gitanos 8. Córdoba*. Informe de excavación inédito), interpretación de la que el *The al-Andalus Glass Project* se hizo eco (Duckworth, C. y D. Govantes-Edwards. 2015. “AHG Grant Report. Medieval glass furnaces in southern Spain”. *Glass News* 38: 9-12), un reciente artículo publicado por el director del equipo de excavación ha descartado esta idea tras analizar el material en mayor detalle (Piñero Palacios, J. M. R. Rodríguez Pérez. 2019. “Nuevas aportaciones sobre el arrabal emiral de Šaḡunda a propósito de los restos arqueológicos de Gitanos 8 (Córdoba)”. *Anales de Arqueología Cordobesa* 30: 357-81). La excavación de los periodos altomedievales del importante yacimiento de Cercadilla (Córdoba) dio como resultado el hallazgo de lo que los excavadores calificaron como “horno de vidrio, localizado en el aula de cabecera triconque sur [de la basílica]” de fecha emiral temprana (de hecho, se indicaba la sucesión de cerámicas pre-andalusíes con otras que se correspondían a la fase posterior a la invasión de 711) (ver Fuertes Santos, C. y R. Hidalgo Prieto. 2001. “La evolución urbana del arrabal noroccidental de *Qurtuba*: el yacimiento de Cercadilla”. *Anales de Arqueología Cordobesa* 12: 163-4). No obstante, el examen directo de las “escorias” que sirvieron para la identificación de la estructura excavada como horno de vidrio, permitieron su identificación como escoria metálica, con lo que, a falta de otra evidencia, hemos de descartar la posibilidad de que el horno fuese empleado para la manufactura del vidrio. Por tanto, este horno va a quedar también excluido de esta sección.

<sup>45</sup> Bermúdez, J. M. 2005. *Informe memoria de la AAP realizada en el solar de la futura Unidad de Estancia Diurna de la Delegación Provincial para la Igualdad y Bienestar Social de la Junta de Andalucía (Polígono de Poniente, P1B, 20434-001*. Informe de Excavación Inédito. La documentación definitiva ha sido buscada, infructuosamente, en los archivos de la Dirección General de Bienes Culturales, Junta de Andalucía, la Delegación Provincial de Cultura en Córdoba, Consejería de Educación, Cultura y Deportes, Junta de Andalucía, y Archivo General de Andalucía, Junta de Andalucía.





dedicara a la manufactura de vidrios o metales. No obstante, y al estar arrasados los estratos de derrumbe y colmatación, no hemos registrado la presencia de escorias, ni residuos productivos de ninguna clase”. Es por tanto imposible llevar esta información más allá, dado que ni siquiera poseemos datos relativos a la posible cronología de esta potencial zona de producción, más allá que es de época andalusí.

#### Pechina (Almería) <sup>46</sup>

El primer taller del que podemos hablar con cierta certeza, y también el más precoz dentro de la cronología Andalusí (con las improbables excepciones mencionadas hace un instante y en la nota 45) es el excavado en el yacimiento de Ba'ÿyāna (Pechina, Almería), donde Castillo Galdeano y Martínez Madrid pudieron obtener una imagen bastante precisa de parte de la trama urbana del yacimiento, de fecha emiral. El área productiva se encontraba inserta en un área de ocupación, que incluía varias viviendas y un horno de cerámica además del de vidrio, todo fechado en el siglo IX. Tras esta primera fase, ya en época califal, se produce una fase de semi-abandono en el que la producción cerámica se traslada a otra zona del yacimiento, pero se mantienen indicios de ocupación y producción de vidrio <sup>47</sup>.

Las evidencias de producción de vidrio están presentes en todo el yacimiento, incluyendo escorias y restos de soplado, pero estos están mucho más presentes en la zona sur del yacimiento, siendo además empleadas como conglomerante en la construcción de los muros de las viviendas.

La zona de taller se ha visto gravemente afectadas por movimientos de tierras desarrollados con posterioridad, lo que impide caracterizarla más allá del propio horno. El horno en sí (ver Figuras 4.13 y 4.14) es una estructura rectangular de 2 m de

<sup>46</sup> Los aspectos descriptivos del horno van a basarse casi en su totalidad en Castillo Galdeano, F. y R. Martínez Madrid. 2000. “Un taller de vidrio en Ba'ÿyāna-Pechina (Almería)”. En P. Cressier (ed) *El vidrio en al-Andalus*. Casa de Velázquez: 83-101.

<sup>47</sup> La publicación que empleo como referencia fundamental para la descripción del horno de Ba'ÿyāna es, valga la expresión, un ejemplo “en negativo” de la constante normativización a la que deben adaptarse los arqueólogos que trabajan horizontes andalusíes. Castillo y Martínez interpretan el desplazamiento del alfar en la segunda fase como resultado de la necesidad de evitar las molestas consecuencias de estas instalaciones para la población, pero no parecen considerar que esto afecte a los hornos de vidrio, cuando para otros autores, como venimos viendo, estos pertenecen de pleno derecho a la categoría de industrias molestas que deben ser separadas de las zonas residenciales. Es la obsesión con las “normas” a las que ha de ceñirse la “ciudad islámica” la que lleva a este tipo de contradicciones.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	170/807



longitud por 1,20 m de anchura, adosada al muro de cierre de la estancia en la que se encontraba, y frente al acceso a la misma. Se conserva hasta una altura máxima de 0,20 m. El horno está construido en piedra y ladrillo ligados con mortero, y su interior se encuentra cubierto por una gruesa capa de adobe.

La cámara de combustión es de forma circular (0,60 m de diámetro) abierto a dos zanjas longitudinales, una al sur, de 0,30 m de anchura, y que se abre a la habitación contigua, y otra al norte de 0,45 m de anchura. La estancia a la que se abría el canal sur presentaba abundantes cenizas.

Castillo y Martínez sostenían que el horno hallado en Baÿÿāna sería un horno de soplado, si bien resulta difícil imaginar cómo podría acomodarse una cámara de templado dadas las pequeñas dimensiones de la cámara de combustión. El hallazgo de las gotas de vidrio junto con el de un crisol con abundantes derrames de vidrio en su labio y cara exterior, además del interior, parece indicar que, en efecto, el yacimiento contó con un horno de soplado, si bien parece más probable que se tratara de otra estructura que no ha sido hallada, y que el horno excavado sirviese para la producción de la frita (asumiendo el uso de cenizas vegetales como fundente, lo que es, sin embargo, difícil de certificar dado que los materiales resultantes de la excavación se encuentran en paradero desconocido). Resulta, en este sentido, llamativa, la similitud estructural entre el horno de Baÿÿāna y el excavado en el municipio francés de Planier.

#### Avenida del Corregidor (Córdoba)

Esta posible zona industrial fue identificada en el transcurso de una intervención de urgencia destinada a la instalación de un nuevo colector en la Avenida del Corregidor de Córdoba<sup>48</sup>. Esta zona se encontraría extramuros.

Los restos eran de escasa entidad, limitándose a un muro de tapial de época califal, asociado al cual se identificaron diversas piezas de cerámica melada y otras decoradas al “verde y manganeso” así como fragmentos de varios crisoles con vidrio o

<sup>48</sup> Vargas Cantos, S., y M. I. Gutiérrez Deza. 2003. “Intervención arqueológica de urgencia en la Avenida del Corregidor (trazado del nuevo Colector de Vistalegre, Córdoba)”. *Anuario Arqueológico de Andalucía* 2003: 279-94; Vargas Cantos, S., y M. I. Gutiérrez Deza. 2004. *Informe técnico preliminar de la intervención arqueológica de urgencia en la Avd. del Corregidor (trazado del nuevo Colector de Vistalegre, Córdoba)*. Informe de excavación inédito.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	171/807



vedrio al interior. El uso industrial de esta edificación parece haber continuado en época almohade, periodo al que se asocian restos de tierras con carbonilla, crisoles y restos de escorias. A unos metros de la estancia pudo también identificarse una zanja con importantes depósitos de carbonilla además de fragmentos correspondientes a dos crisoles, interpretados como la zona de vertedero del posible taller. Es incluso posible que el horizonte industrial se extendiese hasta el periodo cristiano, al atestiguar un depósito de carbonilla idéntico a los anteriores en asociación con una escudilla datada en el siglo XV.

#### c/Matahacas (Sevilla)<sup>49</sup>

Este horno, fechado entre los siglos X y XII, está situado en una zona de la Sevilla islámica que no había de verse densamente ocupada hasta la época almohade, con lo que cuando se construyó este horno sólo sería una zona marginal de la trama urbana. Desafortunadamente, la descripción que hace la publicación de la excavación de la estructura no puede ser más somera, y las ilustraciones sólo permiten ver unos pequeños alzados (ver Figura 4.15), que apenas permiten identificar una bóveda de ladrillo, sin que podamos hacer más inferencias acerca de la estructura, identificada como horno de vidrio por la presencia de restos de producción dispersos en su derredor.

#### Parcela UE-14, Perchel norte (Málaga)<sup>50</sup>

Este horno, quizás el de menor entidad de todos los que describimos en este capítulo, se ubicaba en una zona de arrabal planificado en el margen derecho del río Guadalmedina. El arrabal de *Tabbanin* estuvo ocupado entre los siglos XI y XII, estando densamente edificado.

El horno de vidrio se encontró en el llamado Edificio 1, y apenas consistía en dos pequeñas fosas excavadas de planta circular y tamaño desigual, estando la más

<sup>49</sup> Huarte, R. y M. A. Tabales 1997. "Necrópolis romana de incineración en el sector nororiental de Sevilla. Intervención arqueológica en c/Matahacas 9-11". *Anuario Arqueológico de Andalucía* 1997: 455-7.

<sup>50</sup> Los aspectos descriptivos del horno van a basarse casi en su totalidad en López Chamizo, S., P. Sánchez Bandera y A. Cumpián. 2004. "Excavación arqueológica preventiva en la parcela UE-14. Málaga, Perchel Norte". *Anuario Arqueológico de Andalucía* 2004.1: 2569-76.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	172/807



pequeña de ellas, presumiblemente la de trabajo, revestida de tejas, ladrillos y cascotes de cerámica. Ambas fosas estaban directamente excavadas en las arcillas, y se comunicaban por un pequeño canalillo. No se conserva nada de las superestructuras, a causa de afecciones contemporáneas (ver Figura 4.16).

#### Puxmarina (Murcia)<sup>51</sup>

De todas las zonas de producción de vidrio identificadas en la Península Ibérica, la identificada en el Casón de Puxmarina es, sin lugar a dudas, la más espectacular, por la enorme cantidad de información que ha aportado, y que sigue en proceso de aportar, ya que varias docenas de muestras han sido extraídas en el contexto del *The al-Andalus Glass Project*, si bien aún no ha podido llevarse a cabo su análisis en el laboratorio.

El taller se ubicaba en una zona central de la Murcia islámica, en las cercanías de la mezquita aljama y la alcazaba, en la manzana actualmente delimitada por las calles Puxmarina, Frenería, Madre de Dios y Gran Vía (Figura 4.17). Parece, además, que este taller ofrece confirmación a un pasaje de la principal obra de al-Maqqarī, *Nafḥ al-Ṭīb min Ghushn al-Andalus al-Raṭīb (Historia de las dinastías mahometanas en España)*<sup>52</sup>, en la que Murcia se sitúa entre las principales productoras de vidrio en al-Andalus<sup>53</sup>. Veremos esta referencia de al-Maqqarī con más detalle en el próximo capítulo. El taller de Puxmarina está fechado en el siglo XII.

El taller era de grandes dimensiones (16 X 9,80 m), amortizando una serie de viviendas de fecha califal y estando operativo durante un periodo prolongado de tiempo, con una estratigrafía de 0,80 m de profundidad. Además, los hornos presentaban reparaciones, reformas y reconstrucciones, quedando los hornos más antiguos amortizados con el sucesivo ascenso del nivel de frecuentación. En total pudieron identificarse ocho hornos, pero los restos de tres de ellos eran muy escasos.

<sup>51</sup> Los aspectos descriptivos del horno van a basarse casi en su totalidad en Jiménez, P; J. Navarro y J. Thiriot. 1998. "Taller de vidrio y casas Andalusíes en Murcia. La excavación arqueológica del Casón de Puxmarina". *Memorias de Arqueología* 13: 419-58. Ver también Jiménez, P., F. Muñoz y J. Thiriot. 2000. "Les ateliers urbains de verrier de Murcia au XII<sup>e</sup> siècle (c. Puxmarina et pl. Belluga)" En P. Pétrequin, P. Fluzin, J. Thiriot y P. Benoit. 2000: Antibes. APDCA: 433-52.

<sup>52</sup> Netton, I (ed) 2008. *Encyclopedia of Islamic Civilisation and Religion*. Londres: Routledge: 389.

<sup>53</sup> de Gayangos, P (trad). 2002 [1840-1843]. *The History of the Mohammedan Dynasties in Spain. Vol. 1*. Londres: Routledge: 93.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	173/807



De los cinco restantes, tres de ellos estaban asociados al mismo suelo, con lo que cabe suponer que estuvieron en funcionamiento de forma simultánea. Es posible suponer que los otros dos también lo estarían, pero la estratigrafía se encontraba interrumpida por una intrusión estructural contemporánea, con lo que la continuidad de la estratigrafía no puede asegurarse con absoluta certeza. De cualquier forma, se encontraban a la misma cota que los otros tres, y los cinco parecían conformar un conjunto coherente, con cuatro de ellos ocupando las cuatro esquinas del taller y estando el otro situando en el centro del mismo (Figura 4.18). Estos cinco hornos se corresponden a la última fase de funcionamiento del taller.

El llamado Horno 2, estaba fabricado con adobes sin cocer, como demuestran las diferencias de coloración resultante de la posición de estos bloques de adobe con respecto al fuego. Tenía una planta rectangular (1,60 x 1,40 m al exterior). Sólo una cámara se conservaba, pero al estar perdida la superestructura no podemos descartar que se organizase verticalmente en varios niveles. El eje lo constituía una fosa central (1,30 x 0,38 m), que servía como cámara de combustión (tenía entre 0,30 y 0,40 cm de profundidad, al formar una suave pendiente), y a los flancos se situaban dos bancos (1,30 x 0,50 m) para situar los crisoles. Como prolongación de la cámara de combustión había una segunda fosa (1,30 x 0,52 m) que serviría como cenicero. Sólo uno de los bancos se encontraba bien conservado, y presentaba una gruesa capa de derrames de vidrio y la huella circular en los mismos de la base de los crisoles (ver Figura 4.19).

El Horno 3, por su parte, ocupaba la zona noroccidental del taller, y estaba conservado muy pobremente, pero pudo colegirse que su estructura era muy similar a la del horno anterior en lo que se refiere a dimensiones y materiales de construcción. Al sólo conservarse la cabecera, sabemos que la fosa central tenía una anchura aproximada de 0,42 m y una profundidad en torno a los 0,20 o 0,35 m. Se conserva en 1,02 m de longitud, pero es imposible saber sus proporciones totales al haberse perdido parte de la estructura (ver figuras 4.20 y 4.21).

El Horno 4 estaba ubicado en la zona noroeste del taller, y tenía unas dimensiones mayores que los dos descritos anteriormente (2,50 x 1,30 m). Estaba igualmente fabricado con adobes, contando con una fosa longitudinal de 0,50 m de anchura y 0,60 m de profundidad, delimitada por un banco con forma de herradura de

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	174/807



unos 0,60 m de anchura. La zona del fogón se encontraba perdida, y el banco (en su primera fase) presentaba algunos derrames de vidrio, si bien dos reconstrucciones posteriores parecen haber estado libres de los mismos. Se conservaba el arranque de una bóveda (ver figuras 4.22 y 4.23).

El Horno 1 se situaba la zona sudoeste del taller, cerca del acceso principal. Es el horno que presenta mayor complejidad estructural, además de haber sido reconstruido hasta en cinco ocasiones. Su primera fase resulta de lectura compleja, debido a los efectos de la reconstrucción, que suprimieron buena parte de los restos estructurales más antiguos, pero fue posible constatar con seguridad una fosa central longitudinal con banquetas adosadas, como en los casos anteriores, estructura que se mantuvo, en esencia, inalterada a pesar de las reparaciones a las que se vio sometida la estructura.

La segunda fase, sin embargo, supone una reconfiguración profunda de la estructura. En lugar de disponerse de forma lineal como los anteriores y como la primera fase del horno, esta segunda fase está encabezada por una cámara circular semi-soterrada de aproximadamente 1,20 m de diámetro, con un banco en torno. El diámetro interior de la fosa rondaba los 0,80 m y apenas tenía 0,07 m de profundidad. La cámara de combustión se situaba en una fosa longitudinal, que se abría al oeste de la cámara circular. Se conservan algunos tramos del arranque de la bóveda, que presentaba una inclinación muy pronunciada. En una segunda etapa de esta segunda fase, se redujo de forma considerable el diámetro de la bóveda, y la cámara de combustión se resituó hacia el este. En ambas fases, la estructura estaba fabricada de adobes y ladrillo, así como cascotes de crisol (ver figuras 4.24 y 4.25).

Lo más llamativo de este horno es que, en contraste con los anteriores, no fue posible apreciar derrames de vidrio, aunque la zona de la fosa central presentaba abundantes restos de galena, plomo y óxido de cobre, formando una serie de capas alternadas con arcilla, como si los artesanos del taller cubrieran con una capa de arcilla los restos metálicos de forma periódica. La ausencia de las escorias habituales en la copelación de plata, más allá de la galena, parecen descartar que fuese esta la actividad que tenía lugar en el horno, pero es importante señalar el hallazgo en los niveles del taller de una serie de espejos compuestos por una capa de plomo, otra de

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	175/807



azogue y otra de vidrio transparente (ver Figura 4.26), y habida cuenta el material encontrado en el interior del horno, es muy posible que su producción fuera al menos uno de los objetos del mismo.

Sabemos del uso de espejos plomados para el periodo romano, pero nuestra evidencia para el periodo medieval es mucho más escasa, y los posibles paralelos parecen corresponderse con espejuelos de uso arquitectónico para resaltar la decoración de las yeserías en edificios monumentales, por ejemplo en Vascos y el Convento de Santa Fe, en Toledo, donde la capa metálica (que está ausente de los materiales de Vascos) no es de plomo sino de estaño, aunque a efectos prácticos su efecto vendría a ser el mismo<sup>54</sup>; también sabemos de la existencia de espejos de mano fechados en los siglos X y XI y procedentes del yacimiento de Ghirza (Libia)<sup>55</sup>. Desafortunadamente, los restos conservados en Puxmarina no son lo suficientemente elocuentes para decantarnos por el tipo de objeto que representan, pero dados estos paralelos, la interpretación de los responsables de la excavación parece muy plausible.

Volviendo al taller, el Horno 5, situado en el centro del taller, es completamente diferente a los anteriores. En él pudieron identificarse dos cámaras dispuestas verticalmente, separadas por una parrilla calada. La inferior, que servía como cámara de combustión, tenía aproximadamente 0,90 m de diámetro, estando semi-soterrada y aislada con losas planas de piedra y cascotes vitrificados, posiblemente reutilizados de un horno anterior. En torno a la bóveda se abrían unas chimeneas perimetrales. Dadas las diferencias estructurales entre este horno y los otros, parece claro que su uso sería también distinto. Los responsables de la excavación propusieron que este horno pudiera haberse empleado para la producción de los crisoles empleados por los vidrieros, o bien como horno de templado. Desconozco de la existencia de hornos de templado equipados con parrilla, que es sin

<sup>54</sup> González Pascual, M. 2014. "La puesta en valor de un conjunto de fragmentos de arco decorados con yeserías islámicas hallado en el antiguo convento de Santa Fe de Toledo". *Informes y Trabajos* 10: 195-226; De Juan, J., y Y. Cáceres. 2016. "Los vidrios de ciudad de Vascos (Toledo) (ss. X-XI)". *Arqueología y Territorio Medieval* 23: 14. Los arquitectos andalusíes de Toledo parecen haber sido aficionados al uso de vidrio con fines arquitectónicos; al-Maqqari, citando a Ibn Hayyan, describe el palacio de al-Ma'mun b. Dhi al-Nun en la ciudad, cuyo jardín estaba decorado con una cúpula de vidrios multicolores sobre la que una fuente vertía agua de forma constante. Fairchild, D. (ed) *Islamic art and visual culture: an anthology of sources*. Chichester: Wiley and Blackwell: 117.

<sup>55</sup> Ducworth, C., A. Cuenod y D. Mattingly. 2015. "Non-destructive  $\mu$ XRF analysis of glass and metal objects from sites in the Libyan pre-desert and Fazzan". *Libyan Studies* 46: 17.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPXS4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPXS4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPXS4NM</a>	Página	176/807





embargo norma en testares cerámicos, pero parece por otro lado improbable que el taller, aunque los otros cuatro hornos funcionasen de forma simultánea, necesitase tantos crisoles como para dedicar un horno en exclusiva a esta tarea. Por otro lado, no se han encontrado en el taller otro tipo de instalaciones necesarias para el procesado de la arcilla y la preparación de los crisoles antes de su cocción, además de que en una ciudad de la entidad de Murcia los alfares serían abundantes, resultando más barato adquirir los crisoles que emplear gran cantidad de combustible, recordemos, el abasto más costoso en muchos casos. Por otro lado, los hornos 1, 2 y 3, que son los que parecen haberse dedicado a la manufactura de vidrio, son sensiblemente diferentes al tipo “ojo de herradura” que parece más habitual en las regiones mediterráneas, o tipo “meridional” en la nomenclatura de Charleston. Aunque su superestructura no parece haberse conservado, parece poco probable que las cámaras de combustión de estos hornos estuviesen cubiertos por una bóveda de planta circular, donde las estructuras conservadas eran de tendencia lineal, con lo que es difícil ver cómo podrían tener una cámara de templado de suficiente tamaño en su zona superior, quedando la cámara de templado horizontal descartada por la propia planta de los restos. Por esto, parece más plausible interpretar este horno central como un horno de templado que servía las necesidades de todos los hornos vidrieros del taller, siendo el único ejemplo del que tengo conocimiento en el que se usase una parrilla para este propósito.

#### Belluga (Murcia)<sup>56</sup>

Este horno, excavado en la Plaza de Belluga, a apenas 50 metros del yacimiento de Puxmarina, estaba mucho mejor conservado que los anteriores, lo que permitió un estudio más detallado. Su estructura es de planta ovalada y de grandes dimensiones (4 x 2,80 m). En el interior corre un banco en forma de U en el que quedaron claramente señaladas las huellas de los crisoles (nueve puestos), rodeando una cubeta central, de forma rectangular, donde se prepararía el vidrio primario, como demuestra el hecho de que en el interior de la misma se encontrara una potente torta de vidrio,

<sup>56</sup> Los aspectos descriptivos del horno van a basarse casi en su totalidad en Jiménez, P, J. Navarro y J. Thiriot. 1998. “Taller de vidrio y casas Andalusíes en Murcia. La excavación arqueológica del Casón de Puxmarina”. *Memorias de Arqueología* 13: 419-58. Ver también Jiménez, P., F. Muñoz y J. Thiriot. 2000. “Les ateliers urbains de verrier de Murcia au XII<sup>e</sup> siècle (c. Puxmarina et pl. Belluga)” En P. Pétrequin, P. Fluzin, J. Thiriot y P. Benoit. 2000. *Antibes: APDCA*: 433-52.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	177/807



probablemente producto de la última fusión que tuvo lugar en el horno. Los materiales constructivos empleados eran de nuevo adobes y ladrillos, pero también material reutilizado como fragmentos de crisol. Al igual que en algunos de los hornos de Puxmarina, la cámara de fusión suponía una proyección de la fosa central, de nuevo de forma más o menos rectangular.

Los derrames de vidrio encontrados sobre el banco tenían distintas tonalidades, testimonio del uso de vidrios de distintos colores (verde, blanco, melado y otros más difíciles de determinar). Sobre las huellas de los crisoles, en el arranque de la bóveda, se encontraron los restos de los portillos por medio de los que los sopladores accedían a los crisoles. No es posible afirmar si existía una cámara de templado sobre la zona de trabajo donde se apoyaban los crisoles (ver figuras 4.27 y 4.28).

Al igual que el taller de Puxmarina, el taller de la Plaza de Belluga ha de fecharse en el siglo XII.

c/Sagasta (Murcia)<sup>57</sup>

También en Murcia, la excavación de una manzana urbana fechada con anterioridad al siglo XIII resultó en el hallazgo de una nueva estructura dedicada a la producción de vidrio o vedrio. Este taller se sitúa en un área fundamentalmente residencial (la excavación permitió la individualización de hasta cinco casas) y de densa ocupación, pero su ubicación resulta radicalmente distinta a la de los talleres de Puxmarina y Belluga, al situarse en el extremo occidental de la medina, adyacente a la muralla.

Las excavaciones desarrolladas en esta zona han revelado la presencia, sin embargo, de un número considerable de establecimientos productivos, incluyendo testares y talleres metalúrgicos, cuya fecha se extiende entre la época califal y el siglo XIII.

La estructura del horno es ciertamente atípica (Ver Figura 4.29). Estaba construido sobre una fosa excavada en el terreno, forrada con una capa de arcilla. Tiene forma pseudo-rectangular (si bien en la descripción de la publicación se dice que

<sup>57</sup> Los aspectos descriptivos del horno van a basarse casi en su totalidad en Muñoz, F. y P. Jiménez. 1997. "Casas, hornos y muralla de la Murcia medieval, en un solar de la calle Sagasta esquina con Aistor". *Memorias de Arqueología* 12: 503-52.

es “ovalada”), con tres huellas circulares directamente en el interior de la cámara principal, donde había una zona rehundida a más profundidad para la producción de la materia prima, de acuerdo con Jiménez y Muñoz, si bien la ausencia de restos de la misma (al menos no se mencionan en el informe), me hace decantarme porque la materia prima se produjese en otro lugar. Una fosa rectilínea se proyectaba de uno de los lados largos del rectángulo, y serviría para alojar el fuego. No se conserva la cubierta. Los autores se decantan por su uso para la producción de vidrio, por su asociación con el testar identificado en el mismo inmueble.

c/Fernando IV, esquina c/ Hornos Caños. Jaén.

Esta interesante zona productiva fue identificada en el transcurso de una excavación de urgencia. Aunque la documentación técnica final de la intervención ha sido imposible de localizar<sup>58</sup>, el artículo publicado por el director de la intervención así como el informe preliminar<sup>59</sup> permiten colegir que se trata de una estructura de morfología bastante clásica, con una estructura circular semi-excavada en el terreno, en la que se abre una abertura que, presumiblemente (esta zona está cubierta por la base de la muralla de época cristiana, quedando el horno inmediatamente extramuros) conduciría a una zanja de abastecimiento de leña/cenicero. No sobrevivieron restos estructurales, más allá de la huella dejada por la excavación del terreno para acomodar una cámara de combustión parcialmente soterrada (ver Figura 4.30).

Los informes indican el hallazgo no sólo de fragmentos de recipientes de vidrio, sino de restos de pruebas de fusión y un bloque de vidrio (que no se indica que sea en bruto, aunque cabe suponerlo), considerándose que, siendo originalmente de época islámica, el horno continuaría activo tras la conquista cristiana.

<sup>58</sup> La documentación definitiva ha sido buscada, infructuosamente, en los archivos de la Dirección General de Bienes Culturales, Junta de Andalucía, la Delegación Provincial de Cultura en Jaén, Consejería de Educación, Cultura y Deportes, Junta de Andalucía, y Archivo General de Andalucía, Junta de Andalucía.

<sup>59</sup> Crespo, A. 2004. *Intervención arqueológica preventiva en calle de Fernando IV esquina con calle Hornos Caños de Jaén*. Informe de excavación inédito; Crespo, A. 2005. “Intervención arqueológica preventiva en calle de Fernando IV esquina con calle Hornos Caños de Jaén”. *Anuario Arqueológico de Andalucía* 2006: 2649-2661.

c/Cerrojo 32. Málaga.

Este horno de vidrio también fue identificado en el curso de una intervención de urgencia. Afortunadamente, si bien la documentación técnica final no ha podido ser hallada<sup>60</sup>, la información contenida en la correspondiente publicación en el *Anuario Arqueológico de Andalucía*<sup>61</sup> permite hacerse una idea muy completa de la configuración estructural del horno.

El horno se sitúa en el arrabal que crece en el margen derecho del río Guadalmedina en época almohade, y no está lejos del identificado en la Parcela UE-14, Perchel Norte (ver más arriba). El horno, cuyo estado de conservación (al menos al nivel de las cimentaciones) es magnífico, se encontró en un taller que también incluía un testar cerámico, que estaba mucho más arrasado por construcciones posteriores.

El horno estaba (ver Figura 4.31), como viene siendo habitual, semi-excavado en el terreno (0,45 m de profundidad), estando longitudinalmente orientado de N a S. Sus medidas exteriores son 2,20 m de longitud por 0,88 m de anchura. La zona de combustión se identificó en un espacio circular con un diámetro aproximado de 0,60 m, estando rodeado de una banqueta, cuya integridad estructural había sido afectada por la excavación de un pozo contemporáneo, pero que resulta evidente que serviría para ubicar los crisoles. La zona de combustión está separada de la zanja de abastecimiento/cenicero (0,32 m de profundidad) por un tabique de losas de piedra sin trabajar. Sobre la banqueta puede apreciarse el arranque de la bóveda de cubrición, donde cabe suponer que se ubicaría la cámara de templado, lo que parece confirmarse por el hecho de que la planta del horno pudo ser identificada al completo, sin que existan otros espacios que sirvan como candidatos obvios para esta función.

El horno está enteramente construido con ladrillos de adobe tomados con barro, que presentaba un aspecto rubefactado por acción de las altas temperaturas a las que estuvo expuesto. Los restos de la banqueta presentan restos de derrames de

<sup>60</sup> La documentación definitiva ha sido buscada, infructuosamente, en los archivos de la Dirección General de Bienes Culturales, Junta de Andalucía, la Delegación Provincial de Cultura en Málaga, Consejería de Educación, Cultura y Deportes, Junta de Andalucía, y Archivo General de Andalucía, Junta de Andalucía

<sup>61</sup> Expósito, R. 2006. "Intervención arqueológica de urgencia en c/Cerrojo 32". *Anuario Arqueológico de Andalucía* 2006: 3358-71.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	180/807



vidrio (también presentes en el exterior y parte del cenicero) con la huella de al menos dos crisoles, lo que parece confirmar la interpretación de los excavadores.

La excavación de los depósitos que amortizaban el horno también resultó en el hallazgo de numerosos bloques de vidrio y otros restos de producción, así como una gran cantidad de ladrillos que posiblemente procedían de la bóveda de la estructura.

#### Can Burgos (Mallorca)<sup>62</sup>

Aunque no situado en nuestro ámbito de estudio, que es la Península Ibérica, merece la pena, por cercanía geográfica y afinidad cultural, hacer una breve descripción del hallazgo de un taller con hasta cuatro hornos en el Carrer de Can Burgos, en la ciudad de Mallorca.

Desgraciadamente, estos hornos no fueron hallados en el transcurso de una excavación sistemática, siendo arrasados casi totalmente por las palas mecánicas que los descubrieron. El lugar de su hallazgo formaba parte de la periferia de la ciudad medieval en la época en la que estuvieron activos (siglos XIV y XV), estando la zona ocupada por huertas y un urbanismo disperso. En el taller, que no está del todo bien definido, se identificaron al menos cuatro hornos, pero sólo de uno de ellos (el número 4), pudieron reconocerse ciertos rasgos estructurales. Se trataba de una pequeña estructura abovedada, con un orificio en la parte superior para la salida de humos, construida con pequeñas piedras ligadas con argamasa y forradas con una capa de barro. La estructura estaba semi-soterrada, siendo de pequeño tamaño, con lo que habría un solo puesto de trabajo. La presencia de varias estructuras hace pensar que cada horno tenía una función específica en la *chaîne opératoire* de los vidrieros. Esta instalación fue sustituida en el siglo XVI por otro taller industrial, que acaso también se dedicase a la producción de vidrio, pero es difícil decirlo a ciencia cierta, ya que estas capas superiores resultaron incluso más afectadas por la acción de la pala mecánica. Veremos en el Capítulo 5 como la actividad de los vidrieros mallorquines durante la Baja Edad Media tuvo en ocasiones considerable continuidad, por lo que esta no es una idea descabellada a pesar de lo exiguo de los restos conservados. La publicación

<sup>62</sup> Bernat, M. y J. Serra. 1992. "El forn de vidre del carrer de Can Burgos. Nòtules per a l'estudi del vidre medieval i post-medieval a Mallorca". *BSAL* 48: 91-114.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	181/807



que informa del hallazgo no hace referencia a los restos de producción que vienen siendo habituales, pero dadas las circunstancias del mismo, esto no resulta extraño.

Sant Fost de Campsentelles (Barcelona)<sup>63</sup>.

Esta zona de producción de vidrio, fechada (a partir de la tipología de los restos de piezas de vidrio encontradas en asociación con las estructuras, ya que las cerámicas eran no diagnósticas) en la segunda mitad o tercer cuarto del s. XIV, es la única que conozco de época medieval de todas las localizadas en la Península Ibérica situada en zona cristiana (recordemos que la actividad del taller de Jaén parece iniciarse en época andalusí, aunque posiblemente continuase en activo tras la conquista cristiana), a pesar de que como veremos en el próximo capítulo, la zona de Cataluña, y en especial Barcelona, habían de convertirse en un área clave en la producción de vidrio en época bajomedieval. La identificación del horno como uno de vidrio parece ser segura, por el hallazgo de restos de producción (como coronas de soplado, fragmentos de crisol y lo que los excavadores denominan “escorias”). Desafortunadamente, las estructuras de producción estaban muy arrasadas, y no pueden ser apreciadas con claridad en el aparato gráfico que acompaña al artículo en el que fueron publicadas, siendo la descripción de dichas estructuras, además, muy someras. La cimentación de la cámara de combustión, de forma semicircular, estaba formada por piedras de forma irregular y ligadas con arcilla. Las piedras mostraban indicios de exposición al fuego.

Otras evidencias de producción de vidrio.

La excavación de la *maqbara* de Alhama de Murcia entre 2003 y 2004 dio como resultado el hallazgo de una zona de producción de vidrio fechada en el siglo XIII, correspondiéndose con la fecha inmediatamente posterior a la conquista cristiana del reino de Murcia, cuando la *maqbara* quedó fuera de servicio. Las evidencias de producción de vidrio son muy abundantes, incluyendo gotas, hilos, nódulos, etc.<sup>64</sup>, y

<sup>63</sup> Oliver, A. 1989. “El taller de vidre medieval de Sant Fost de Campsentelles”. *Acta histórica et archaeologica mediaevalia* 10: 387-426.

<sup>64</sup> Estos materiales han sido examinados personalmente por mí, y me albergan pocas dudas acerca de la interpretación de la zona excavada como un taller de vidrio. Baños Serrano, J. y M. J. Sánchez González. 2005. “La *maqbara* de Alhama de Murcia. Excavación en Calle Vergara 8”. En P. E. Collado Espejo, M. Lechuga Galindo, M. B. Sánchez González (eds) *XVI Jornadas de Patrimonio Histórico: intervenciones en*



hay además que tener en cuenta que las fuentes escritas confirman que Alhama era un importante centro vidriero en la Baja Edad Media, como veremos en detalle en el próximo capítulo.

Una excavación desarrollada en 1998 en la c/Horno del Vidrio (Granada), entre el Albaicín y la Alhambra, no dio como resultado el hallazgo de un horno, pero sí de gran cantidad de elementos relacionados, que parecen justificar la interpretación de los excavadores, que concluyeron que una zona de producción de vidrio debió situarse en las cercanías a principios del siglo XVI. Estos hallazgos incluyen derrames de vidrio y vidrio semi-fundido (en un estado bastante bruto, al contar con numerosas inclusiones gaseosas), además de los fragmentos de un crisol con notables derrames, amén de piezas a medio terminar o defectuosas en las que es posible apreciar aún las marcas de las herramientas de forma clara, incluyendo una corona de soplado<sup>65</sup>.

Por su parte, Alice W. Frothingham nos informa de una serie de excavaciones llevadas a cabo por José Guidol Ricart y sus colaboradores en Cataluña. La información ofrecida es muy escasa, y no me consta que existan otros registros de las mismas. Una de ellas es especialmente significativa, no obstante, ya que implican las instalaciones del Guillem que llegó al acuerdo con el monasterio benedictino de Poblet en el siglo XII (ver Capítulo 5), donde se encontraron gran cantidad de fragmentos de vidrio<sup>66</sup>; también fueron llevadas a cabo excavaciones similares en San Feliú de Guixols, donde se identificó un horno del siglo XIV; finalmente, una excavación cerca de la iglesia románica de Sant Pons, en Corbera de Llobregat, dio como resultado el hallazgo de una gran pila de vidrio en estado fragmentario, y un crisol con considerables restos de vidrio adherido<sup>67</sup>.

Finalmente, la excavación del “Prao de los Judíos” en Molina de Aragón (Guadalajara), ha dado como resultado una serie de hallazgos de extraordinario

---

*el patrimonio arquitectónico, arqueológico y etnográfico de la Región de Murcia*. Murcia: Gobierno de la Región de Murcia. Servicio de Patrimonio Histórico: 355-6.

<sup>65</sup> López Márcos, A., A. Caballero Cobos y C. López Pertíñez. 1998. “Excavación arqueológica de urgencia en la Calle Horno del Vidrio 16 (Granada)”. *Anuario Arqueológico de Andalucía* 1998: 275-86.

<sup>66</sup> Eduard Toda I Güell incluso informaba (aunque sin ofrecer apenas datos, lo que me lleva a tomarme sus apreciaciones con bastante escepticismo) que el horno de Guillem seguía en funcionamiento cuando él visitó las cercanías de monasterio en 1935. Toda I Güell, E. 1935. “La col·lecció de vidres antics de Poblet”. *Butlletí arqueològic Abril-Junio* 1935: 47.

<sup>67</sup> Frothingham, A. 1963. *Spanish Glass*. Londres: Faber: 22; 45.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	183/807





interés. En asociación con niveles del siglo XIV y XV, durante la época de los Trastámara, cerca de una estructura identificada con bastante seguridad como una sinagoga (en la que además se encontraron fragmentos de ampollas y bacinillas de vidrio de posible uso litúrgico), pudo caracterizarse una zona abierta en la que existían importantes indicios de actividad pirotecnológica. La presencia de escorias de bronce junto a goterones de vidrio fundido hace pensar en la existencia de un horno multiuso, en el que, entre otras actividades, se desarrollarían trabajos de producción o manipulación de vidrio<sup>68</sup>. Estos hallazgos son de especial interés, porque, en lo que sé, se trata de la única posible zona de producción de vidrio cuyos restos arqueológicos se asocian de forma directa con una comunidad judía (esta posible zona de producción se encontraba en el mismo recinto, separado del resto de la localidad, que la sinagoga), a pesar de que existen importantes pruebas documentales, como veremos en el Capítulo 5, de que las aljamas de la Península Ibérica pueden haber tenido un papel muy señalado en la producción y la manufactura del vidrio.

#### *Madīnat al-Zahrā y la Alhambra de Granada*

He decidido dar a estos dos yacimientos un tratamiento especial por varios motivos. En primer lugar, presentan una problemática muy específica y al tiempo similar en ciertos aspectos. Segundo, han sido objeto, de forma reciente, de dos proyectos arqueológicos internacionales que coordino y cuyo objeto, a diferencia de los proyectos que dieron lugar a la mayoría de los hallazgos que hemos visto más arriba, era precisamente la identificación de actividades pirotecnológicas relacionadas con la producción del vidrio y los vidriados cerámicos. Es decir, no sólo no han sido explorados en condiciones de urgencia, sino que su estudio se ha situado en el marco de un proyecto preconcebido. El objetivo de dichos proyectos se ciñe a la localización y caracterización de zonas de producción como las que forman un pilar central de esta tesis. Finalmente, estos proyectos han servido igualmente para perfeccionar una serie

<sup>68</sup> Arenas Esteban, A., J. P. Martínez Naranjo y T. Daza Blázquez. 2007. "El 'Prao de los Judíos' de Molina de Aragón: resultados de siete años de trabajo". En *Arqueología de Castilla-La Mancha. I Jornadas. Cuenca 13-17 de diciembre de 2005*. Cuenca: Universidad de Castilla-La Mancha: Junta de Comunidades de Castilla la Mancha: 712-15.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	184/807



de novedosas metodologías diseñadas precisamente con este objeto en mente, lo que pretende contribuir de forma más amplia a este ámbito de la arqueología medieval, que está muy necesitado de un aparato metodológico propio. Estas metodologías serán explicadas en cierto detalle, porque son un reflejo claro del carácter holístico que, entiendo, debemos dar al estudio arqueológico e histórico de la tecnología si queremos profundizar en su comprensión, no sólo en el aspecto estrictamente técnico, sino también social.

#### Madīnat al-Zahrā<sup>69</sup> ("The Madinat al-Zahra Survey Project")

En el año 929 'Abd al Rāḥman III puso fin a la *fitna* y se proclamó califa en al-Andalus<sup>70</sup>. Creo que no es necesario insistir demasiado en la trascendencia de este acontecimiento para la historia de al-Andalus. Córdoba no sólo imponía su autoridad *de facto*, sino que también rompía los lazos oficiales entre la Iberia islámica y la autoridad religiosa del califa de Bagdad. Su proclamación como califa fue un golpe de mano que casi puede calificarse como *coup d'état* en busca de la legitimidad. 'Abd al Rāḥman III era consciente de que la unidad que había llevado a al-Andalus era excepcional; la estructura social andalusí se encontraba atravesada por demasiadas fallas para mantenerse unida por mucho tiempo, excepto si se cimentaba de forma muy robusta, y esto sólo era posible con una legitimidad a toda prueba<sup>71</sup>. La adopción del título de califa, por supuesto, no fue en absoluto caprichosa, y 'Abd al Rāḥman III era cualquier cosa menos un advenedizo, o sus intentos por hacerse con el poder absoluto hubiesen fracasado sin remedio. Era descendiente directo de la dinastía califal original, la de los Omeyas, derrocados por los Abasíes en 750<sup>72</sup>.

<sup>69</sup> Para este apartado, ver también Welham, K., D. Pitman, C. Duckworth, D. Govantes-Edwards, Y. Barbier, C. Casswell, J. Hagan, L. Shaw y R. Córdoba. En prensa. "Embracing the physiochemical future. Moving from prospection to characterisation in the field". *Archaeological Prospection*.

<sup>70</sup> Levi-Provençal, E. y E. García Gómez. 1950. *Una crónica anónima de 'Abd al-Raḥmān III al-Nāsir*. Madrid y Granada: Consejo Superior de Investigaciones Científicas: 75-80; Constable, O. R. 2012. *Medieval Iberia. Readings from Christian, Muslim and Jewish Sources*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press: 87-90. Ver también Fierro, M. 2009. *'Abd al-Rahman III. The first Cordoban Caliph*. Oxford: Oneworld: 53.

<sup>71</sup> Glick, T. F. 1979. *Islamic and Christian Spain in the Early Middle Ages*. Leiden: Brill: 35-42.

<sup>72</sup> Saunders, J. J. 1965. *A History of Medieval Islam*. Londres: Routledge and Kegan Paul: 102.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	185/807



Esta forma, digamos, primaria, de legitimidad, sin embargo, debe respaldarse con algo más substancial. La expresión del poder político por medios materiales es una característica de la práctica totalidad de las sociedades humanas, desde la ostentación de ropajes exclusivos por el gobernante hasta la construcción de edificios monumentales que prueban la habilidad del mismo para movilizar seres humanos y recursos a la mayor escala, aspectos que ya veíamos, por ejemplo, con la monarquía visigoda (ver Capítulo 2).

En el caso de ‘Abd al Rāḥman III destacan especialmente dos medidas. Una, su autoproclamación como califa se acompañó de la acuñación de moneda de oro, que en la tradición islámica es atribución exclusiva del califa<sup>73</sup>. Otra, el inicio de la construcción de Madīnat al-Zahrā, un palacio/medina a unos pocos kilómetros de Córdoba, que había de convertirse en el centro administrativo, político y simbólico del nuevo régimen. Como ya hemos hecho notar con anterioridad, la construcción de edificios monumentales es una estrategia común en la representación del poder y la autoridad del soberano, y la Alta Edad Media no supone una excepción<sup>74</sup>. El llamado Renacimiento Carolingio supuso la construcción de grandes edificios civiles y religiosos, a una escala que no se había experimentado en Europa desde la caída del Imperio Romano de Occidente, y en el este, califas abasíes como Hārūn al-Rašhīd también se embarcaron en vastos proyectos constructivos, acerca de los que ya hemos visto algo en el Capítulo 3, y que volveremos a visitar en breve<sup>75</sup>. De hecho, se ha sugerido que la decisión de ‘Abd al Rāḥman III de acometer la construcción de Madīnat al-Zahrā fue una respuesta a la construcción de Šabra al-Manšūriyya por los fatimíes en 921<sup>76</sup>.

Madīnat al-Zahrā se sitúa en las estribaciones inferiores de la cara sur de Trassierra, alzándose sobre las terrazas del Guadalquivir. Puede ser vista desde

<sup>73</sup> Barceló, M. 1975. “El hiato en las acuñaciones de oro en al-Andalus 127-316/744(5)-936(7)”. *Moneda y Crédito* 132: 33-71.

<sup>74</sup> Maillo Salgado, F. 1995. “El palacio islámico: De la dār al-imāra a la ciudad palatina”. En *XXII Semana de Estudios Medievales. Tecnología y sociedad: las grandes obras públicas en la Europa Medieval*. Estella: Gobierno de Navarra: 329.

<sup>75</sup> Hodges, R. y D. Whitehouse. 1983. *Mohammed, Charlemagne and the Origins of Europe*. *Archaeology and the Pirenne thesis*. Londres: Duckworth: 173-5.

<sup>76</sup> Cressier, P., y Vallejo, A. 2015. “Madīnat al-Zahrā et Šabra al-Manšūriyya: Deux versins d’un même scénario”. *Journal of Islamic Archaeology* 2: 139-69.



grandes distancias, como sin duda pretendieron sus constructores<sup>77</sup>. La ciudad de ‘Abd al Rāḥman III fue construida *ex novo*, ya que parece que la zona que ocupa (c. 113 ha) no aloja ningún yacimiento substancial anterior<sup>78</sup>. Esto no hace más que subrayar aún más intensamente la noción del gobernante como alguien capaz de crear, de conjurar una ciudad de la nada, y los ejemplos en el islam medieval son abundantes, incluyendo Bagdad, Samarra, Madhiya, Cairo y la Alhambra<sup>79</sup>. En Siria, por ejemplo, el mencionado Hārūn al-Rašhīd convirtió el centro secundario de al-Raqqā en una de las capitales administrativas del imperio abasí, con la creación del nuevo distrito de al-Rafīqa entre finales del siglo VIII y principios del IX.

Una de las constantes en la investigación acerca de Madīnat al-Zahrā radica en la asociación simbólica entre el yacimiento y un tipo cerámico característico, conocido como cerámica decorada en “verde y manganeso”. Las cerámicas verde y manganeso son blancas (el color de la dinastía Omeya) y verde (el color del Profeta), y a menudo las piezas ostentan la inscripción “al-mulk”, que puede traducirse libremente como “el soberano”. En 1993, Miquel Barceló sugirió que esta puede considerarse una firma o marchamo oficial que establecía una conexión directa entre el califa y el tipo, y que estas piezas serían entregadas como regalo a los representantes diplomáticos foráneos y a los altos funcionarios del califato<sup>80</sup>. Es importante reconocer que la evidencia que apoya la hipótesis de Barceló es escasa, más allá de las inscripciones presentes en las vajillas y la inclusión de “ricas vajillas” en las exhaustivas listas de regalos enviadas por los califas a sus antiguos enemigos los idrisíes, contenidas en la crónica palatina de al-

<sup>77</sup> Vallejo, A. 2010. *La ciudad califal de Madīnat al-Zahrā. Arqueología de su arquitectura*. Córdoba: Almuzara: 72.

<sup>78</sup> Acién, M. 1987. “Madīnat al-Zahrā en el urbanismo musulmán”. *Cuadernos de Madīnat al-Zahrā* 1: 18.

<sup>79</sup> Kennedy, H. 1996. *Muslim Spain and Portugal. A political history of al-Andalus*. Londres: Routledge: 99; Malpica, A. 2007. *La Alhambra. Ciudad Palatina Nazarí*. Málaga: Sarriá: 45.

<sup>80</sup> Barceló, M. 1993. “Al-mulk, el verde y el blanco. La vajilla califal de Madīnat al-Zahrā”. En A. Malpica (ed) *La cerámica altomedieval en el sur de al-Andalus*. Granada: Universidad de Granada: 292-9; García Gómez, E. 1967. *Anales palatinos del califa de Córdoba al-Hakam II, por ʿĪsā Ibn Ahmad al-Rāzī*. Madrid: Sociedad de Estudios y Publicaciones: 192. Recordemos que esta parte de la crónica de al-Rāzī aparece trasladada en el *Kitāb al-muqtabis fī taʾrīkh rijāl al-Andalus*, obra de Ibn Ḥayyān, uno de los historiadores andalusíes más fiables. Marín Guzmán, R. 2004. “Las fuentes árabes para la reconstrucción de la historia social de la España musulmana. Estudio y clasificación” *Estudios de Asia y África* 39: 521.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	187/807



Hakam II, de Īsā Ibn Ahmad al-Rāzī, compiladas por ibn Hayyān<sup>81</sup>. Existe bastante consenso en que las zonas seminales de producción de las cerámicas verde y manganeso estarían directamente asociadas con la medina, como algunas referencias textuales, si bien también bastante tenues, parecen sugerir<sup>82</sup>. La técnica parece haberse importado del norte de África y haber aparecido de forma bastante abrupta, lo que puede indicar que su origen se halla en un acto ejecutivo<sup>83</sup>.

Hasta el inicio de nuestro proyecto, no se habían podido identificar evidencias arqueológicas que confirmasen estos tenues testimonios escritos. Es necesario recordar en este punto que si bien el yacimiento comenzó a ser investigado a principios del siglo XX por parte del arquitecto Ricardo Velázquez Bosco, y que numerosas campañas de excavación se han llevado a cabo desde que su gestión fuese asumida por la Junta de Andalucía, los trabajos prácticamente se han limitado a la zona del alcázar y el palacio, estando fundamentalmente orientados a la reconstrucción y la conservación de estructuras (la función instrumental de la arqueología a la que hacíamos referencia con anterioridad)<sup>84</sup>. La medina, por su parte, apenas ha recibido atención, con excepción de una pequeña prospección geofísica llevada a cabo dentro las tareas previas a la construcción del museo del conjunto. Esta prospección no tuvo como resultado hallazgo alguno relacionado con aspectos productivos<sup>85</sup>.

Antes de pasar a describir la metodología seguida en nuestro trabajo de campo, resulta necesario hacer un breve *excursus* sobre cuestiones composicionales ya que estas tuvieron una gran incidencia en la combinación de métodos seguida. Como ya comentábamos brevemente en el Capítulo 3, y como explicaremos con más detalle en

<sup>81</sup> García Gómez, E. 1967. *Anales palatinos del califa de Córdoba al-Hakam II, por Īsā Ibn Ahmad al-Rāzī*. Madrid: Sociedad de Estudios y Publicaciones: 191-2; García Gómez, E. 1967. "Armas, banderas, tiendas de campañas, monturas y correos en los 'Anales de al-Hakam II' por Īsā Rāzī". *Al-Andalus* 32: 170.

<sup>82</sup> Al-Maqqari. *Nafh al-Ṭīb...* La cuestión de la transmisión de fuentes escritas referentes a Madīnat al-Zahrā presenta una gran complejidad. Ver Castejón, R. 1961-2. "Madīnat al-Zahrā en los autores árabes II. Traducciones", *Al-Mulk. Anuario de Estudios Arabistas* 2: 119-56; Labarta, A. y C. Barceló. 1987. "Las fuentes árabes de al-Zahrā: estado de la cuestión". *Cuadernos de Madīnat al-Zahrā* 1: 93-106; Meouak, M. 2003. "Madīnat al-Zahrā en las fuentes árabes del occidente islámico". *Cuadernos de Madīnat al-Zahrā* 5: 53-80.

<sup>83</sup> Escudero, J. 1988-1990. "La cerámica decorada en 'verde y manganeso' de Madīnat al-Zahrā". *Cuadernos de Madīnat al-Zahrā* 2: 121-67.

<sup>84</sup> Velázquez, R. 1912. *Medina Azzahara y Alamiriya*. Madrid. Junta para ampliación de estudios y actividades científicas; Vallejo, A. 2010. *La ciudad califal de Madīnat al-Zahrā. Arqueología de su arquitectura*. Córdoba: Almuzara.

<sup>85</sup> Vallejo, A. 2010. *La ciudad califal de Madīnat al-Zahrā. Arqueología de su arquitectura*. Córdoba: Almuzara: 186-9.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	188/807



el Capítulo 6, el análisis de siete muestras de vidrio procedentes de las excavaciones de Madīnat al-Zahrā reveló una altísima concentración de plomo en todos los casos. El plomo es uno de los elementos de uso más común en las cerámicas vidriadas andalusíes, como ha demostrado abundantemente el resultado de los análisis realizados sobre muestras de vidrio (ver Tabla 4. 1)<sup>86</sup>.

	Pb	Fe	Ca	Mg	Mn	Cu	Si	Sn
Melado	<b>340177</b>	13780	23700	2420	553	785	251823	n.d.
Blanco	<b>357689</b>	7367	22800	1983	346	564	252898	85631
Verde	<b>260742</b>	10560	21180	2500	881	<b>8329</b>	310256	68526
Negro	<b>318330</b>	12240	25040	2900	<b>9851</b>	<b>2017</b>	271831	86641
Vidrio	<b>397216</b>	3233	12871	6820	<b>4770</b>	636	177614	793

Tabla 4.1. La tabla presenta los resultados de los análisis llevados a cabo sobre los vidrios que cubren las piezas cerámicas del tipo “verde y manganeso”, junto con los de los vidrios analizados en el contexto del “The al-Andalus Glass Project”. La columna de la derecha indica el color del vidriado al que corresponde cada muestra. Las cantidades expresadas son los promedios desarrollados en distintas muestras, expresadas en partes por millón. Se han resaltado en negrita las cantidades destacadas.

Como puede comprobarse, el plomo resulta abundantísimo tanto en los vidrios como en los vidrios, en muchos casos arrojando lecturas superiores a las del silicio, si bien es necesario recordar que, en ocasiones, el silicio ofrece medidas engañosas cuando se mide como elemento, en lugar de como óxido. Además del plomo, encontramos que las cantidades de otros elementos, como el cobre, también resultan comparables, excepto en aquellos colores (como el negro y el verde) en los que resultan predominantes por haber sido añadidos de forma deliberada como colorantes. Las diferencias existentes en los valores de hierro, mucho más elevado en los vidriados que en los vidrios, puede deberse a la difusión de iones de hierro desde la

<sup>86</sup> González García, F, M. González Rodríguez, C. González Vélchez and A. Vallejo Triano. 1992. “Estudio arqueométrico de algunas cerámicas medievales de Madinat al-Zahra”. *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio* 31: 491-8; see also Molera, J., M. Vendresll-Saz, M. García-Valles y T. Pradell. 1997. “Technology and colour development of Hispano-Moresque lead-glazed pottery”. *Archaeometry* 39: 23-39.



arcilla al vedrio<sup>87</sup>. De este modo, asumimos como hipótesis que las formulas empleadas en la fabricación de los vidrios y los vedrios en Madīnat al-Zahrā, de ser acertada la idea que sitúa zonas de producción en la ciudad, serían muy similares si no idénticas. Aunque la evidencia se basa en pocas muestras y por tanto debe quedar pendiente de confirmación, lo que si parece poco discutible es la existencia de un *know-how* compartido en relación al uso del plomo. Volveremos a examinar estas composiciones en mucho mayor detalle en el Capítulo 6.

Como afirmábamos con anterioridad, volviendo al yacimiento de Madīnat al-Zahrā, casi todo el trabajo arqueológico desarrollado en el mismo ha tenido lugar en la zona del alcázar, y no ha ofrecido información relevante con referencia a posibles actividades productivas, estando el resto de la medina prácticamente sin explorar. Nuestro primer objetivo era, por tanto, realizar una prospección extensiva para tratar de localizar evidencias de actividades pirotecnológicas y, a ser posible, relacionarlas con estas producciones a las que nos estamos refiriendo. Para ello, nos apoyamos en una batería de técnicas que no sólo es novedosa en sí misma desde el punto de vista estrictamente metodológico, sino que está especialmente indicada para el objetivo planteado, además de resultar de gran utilidad para los mismos gestores del yacimiento, ya que ha contribuido en gran medida a perfilar elementos del urbanismo de Madīnat al-Zahrā del que hasta la fecha teníamos evidencias mucho más tenues, como distintas fotografías aéreas.

La primera de las técnicas de prospección empleadas se basa en la magnetometría. Las técnicas magnetométricas forman ya parte habitual de la práctica arqueológica, siendo eficaces en la detección de alteraciones locales en el campo magnético terrestre. La técnica se basa en el principio de que las actividades constructivas, y más concretamente la excavación de zanjas o trincheras de cimentación, causan alteraciones en la señal magnética de los rellenos, que pueden ser detectados. Igualmente, actividades que implican altas temperaturas, como las pirotecnologías, también pueden dar lugar a alteraciones en el campo magnético, que

<sup>87</sup> Molera, J. M., M. Venderll-Saz, M. García-Vallés y T. Pradell. 1997. "Technology and color development of Hispano-Moresque lead-glazed pottery". *Archaeometry* 39: 31.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	190/807





también pueden ser detectadas. Esta técnica ha sido aplicada con éxito a otros yacimientos islámicos<sup>88</sup>.

Una técnica que, en combinación con la magnetometría, puede dar buenos resultados es la susceptibilidad magnética, que resulta útil para la identificación de áreas en las que se han desarrollado actividades pirotecnológicas o en las que se han depositado las escorias de estas<sup>89</sup>.

La tercera de nuestras técnicas es la de tomar mediciones de la composición geoquímica de la superficie por medio de un espectrómetro de fluorescencia por rayos X portátil (hhpXRF). Esta técnica se basa en el principio de que actividades industriales que implican el uso de determinados elementos, como por ejemplo los metales pesados u otros elementos empleados en las cerámicas vidriadas asociadas con el yacimiento, pueden llevar al depósito de estos elementos en la superficie, donde pueden permanecer durante largo tiempo incluso después de que la actividad industrial que los originó haya cesado. Estos elementos polucionantes pueden ser medidos en superficie, generándose mapas de dispersión y concentración que puede indicar la ubicación de las actividades industriales implicadas.

Desde el punto de vista metodológico, el uso combinado de estas técnicas supone un paso adelante cualitativo de gran trascendencia para las prácticas de prospección, toda vez que es una combinación de técnicas que permito la aplicación de múltiples escalas de prospección simultánea.

De cualquier modo, es necesario advertir que el uso del hhpXRF para el análisis de sedimentos *in situ* levanta ciertas suspicacias en algunos campos, en gran medida por la precisión y exactitud de la técnica (que es semi-cuantitativa), que sin duda resultan inferiores a las de otras técnicas analíticas de laboratorio, como la microsonda de electrones o la LA-ICP-MS (que son plenamente cuantitativas)<sup>90</sup>. Sin embargo,

<sup>88</sup> Fleischer, J., S. Wynne-Jones, C. Steele y K. Welham. 2012. "Geophysical Survey at Kilwa Kisiwani, Tanzania". *Journal of African Archaeology* 10: 207-20; Welham, K., J. Fleischer, P. Cheetham, H. Manley, C. Steele y S. Wynne-Jones. 2014. "Geophysical survey in Sub-Saharan Africa: magnetic and electromagnetic investigation of the UNESCO World Heritage Site of Songo Mnara, Tanzania". *Archaeological Prospection* 21: 255-62.

<sup>89</sup> English Heritage. 2008. *Geophysical Survey in Archaeological Field Evaluation*. Swindon: English Heritage.

<sup>90</sup> Shackley, M. S. 2010. "Is there reliability and validity in Portable X-ray Fluorescence Spectrometry?" *The SAA Archaeological Record*, November: 17-20; Frahm, E. y R. Doonan. 2013. "The technological

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	191/807



proponemos que si la información recabada por medio del pXRF no se compara con datos obtenidos por medio del uso de otras técnicas más precisas y exactas en otra población de muestras, sino que sólo se emplea dentro de una población acotada y en la que operan las mismas variables de fondo, por ejemplo, el interior de un mismo yacimiento con una geología más o menos homogénea, puede ser de extrema utilidad para caracterizar diferencias dentro del mismo<sup>91</sup>. Así, la concentración de elementos como el plomo o el cobre en superficie no debe medirse en relación con aquellas tomadas en un yacimiento alejado en el que existen condiciones geológicas distintas, sino entre sí a partir de las características geológicas locales<sup>92</sup>.

Crucialmente, por el tipo de señal para el que cada una de las técnicas indicadas resulta más adecuado, el uso integrado de estas técnicas tiene un potencial enorme para aquellas prospecciones que tiene por objeto la identificación de actividades pirotecnológicas que generan residuos. Sin embargo la integración de estudios geofísicos y geoquímicos ha cosechado, hasta la fecha, un éxito limitado, aunque Hanks y colaboradores lograron identificar y caracterizar áreas dedicadas a la producción metalúrgica en diversos yacimientos de la Edad del Bronce en Asia Central, donde las excavaciones posteriores confirmaron un importante grado de correlación entre anomalías geoquímicas y estructuras pirotecnológicas<sup>93</sup>.

Por otro lado, el enfoque multiescala permite establecer dos niveles distintos de análisis; primero, se consideran los resultados a gran escala, cubriendo la totalidad de la extensión del yacimiento, antes de planificar una escala más detallada en la que se caracterizan zonas más reducidas. En condiciones ideales, una tercera escala, aún más detallada, la excavación, debe implementarse para confirmar los resultados obtenidos en las dos primeras. De cualquier forma, las actividades pirotecnológicas

---

versus methodological revolution of portable XRF in archaeology". *Journal of Archaeological Science* 40: 1425-34.

<sup>91</sup> Hayes, K. 2013. "Parameters in the use of pXRF for archaeological site prospection: a case study at the Reaume Fort Site, Central Minnesota". *Journal of Archaeological Science* 40: 3193-211.

<sup>92</sup> Carey, C. J., H. J. Wickstead, G. Juleff, J. C. Anderson, M. J. Barber. 2014. "Geochemical survey and metalworking: analysis of chemical residues derived from experimental non-ferrous metallurgical processes in a reconstructed roundhouse". *Journal of Archaeological Science* 49: 383-97; Grattan, J. P., J. H. Waller, D. D. Gilbertson. 2014. "The geoarchaeology of 'waste heaps' from the ancient mining and beneficiation of copper-rich ores in the Wadi Khalid in southern Jordan". *Journal of Archaeological Science* 40: 428-33.

<sup>93</sup> Hanks, B. 2013. "Editorial IANSA 1/2013. Notes from the Field". *Interdisciplinaria Archaeologica. Natural Sciences in Archaeology*. 1/2013: 3-5.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	192/807



ofrecen señales altamente diagnósticas incluso en ausencia de excavación, con lo que una correcta interpretación de las mismas puede contribuir mucho a la caracterización de un yacimiento de esta naturaleza.

Es también importante reseñar que Madīnat al-Zahrā ofrece unas condiciones ideales para la aplicación y ajuste de esta metodología combinada. La medina apenas estuvo ocupada por unas décadas, siendo abandonada con posterioridad, y no ha vuelto a ser ocupada sino de forma extremadamente episódica. En la actualidad se utiliza para el pasto de ganado, no habiendo sido roturado desde hace mucho tiempo. Esto propicia la ausencia de intrusiones posteriores que puedan interferir en la interpretación (por ejemplo, tareas de obtención de cal a partir de fragmentos arquitectónicos, que pueden alcanzar altas temperaturas, fáciles de confundir con las que generaría, por ejemplo, un alfar cerámico o un horno de vidrio), aunque es conveniente en cualquier caso ser conscientes de que estas no pueden en ningún caso ser descartadas por completo sin excavación.

Tres campañas han sido desarrolladas hasta la fecha, en junio de 2015<sup>94</sup>, noviembre de 2016<sup>95</sup> y octubre y noviembre de 2019, si bien en este capítulo nos limitaremos a las dos primeras, porque en el momento en el que fue redactado los datos correspondientes a la tercera campaña aún estaban en proceso. Se decidió someter a prospección las zonas occidental y oriental de la medina, excluyendo el alcázar y el sector central, que a juzgar por la fotografía aérea estaba aterrizada para la ubicación de jardines y huertas (ver Figura 4.32)<sup>96</sup>. Las fotografías aéreas revelaban con gran claridad un gran edificio monumental (c. 240 x 70 m) en el vértice sudoeste del yacimiento, y otro edificio, mucho más pequeño (c. 35 x 20 m) pero todavía de dimensiones notables al norte, que por su orientación cabe interpretar tentativamente como una mezquita<sup>97</sup>. Una serie de taludes al norte de esta estructura, y también en el sector oriental también parecían delatar la presencia de edificaciones, pero para estos la imagen resulta mucho menos clara.

<sup>94</sup> Campaña financiada por la Society of Antiquaries of London.

<sup>95</sup> Campaña financiada por la British Academy.

<sup>96</sup> Vallejo, A. 2010. *La ciudad califal de Madīnat al-Zahrā. Arqueología de su arquitectura*. Córdoba: Almuzara. Córdoba: 132.

<sup>97</sup> López Cuervo, S. 1985. *Medina – Az-Zahra. Ingeniería y formas*. Madrid: Servicio de Publicaciones del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo: 42.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	193/807



La georreferenciación de la prospección se llevó a cabo con un GPS diferencial Leica Viva 1200, presentado en ETRS1989 UTMZone30N. Las correcciones sobre el terreno se canalizaron a través de un enlace móvil conectado a la Red Andaluza de Posicionamiento. En el momento de ambas campañas, el suelo estaba dedicado a labores pecuarias, aunque en algunas zonas fue necesario desbrozar, sobre todo por la presencia de gran cantidad de hinojo. Los datos se importaron a ArcMap v10.2 para su representación y la interpretación de los resultados. En los ploteos geofísicos las zonas oscuras representan anomalías magnéticas positivas, y las blancas anomalías magnéticas negativas, ambas en relación al nivel de fondo. Los datos geoquímicos se presentan en forma de lecturas individualizadas (cada uno de los puntos representa una lectura, y el tamaño de los mismos es relativo a la concentración del elemento del que se trate, siempre en relación a la base geológica natural).

La prospección geofísica por magnetometría se llevó a cabo con tres juegos de gradiómetros gemelos Bartington Grad 601-2 con 1 m de separación, configurados para tomar mediciones a intervalos de 0,125 m en transectos N-S con un intervalo de 1 m de separación, en una resolución de 0,1 nT. La prospección se desarrolló en cuadrículas de 20 X 20 m, recorridas en zig-zag, con la excepción de dos áreas de gran interés (ver *infra*) en las que el abrupto perfil del terreno obligó a trazar líneas paralelas en sentido S-N. Los datos fueron sometidos a un mínimo depurado (e.g. *despike, zero mean traverse and clip*) en TerraSurveyor v3.0.25.0.

La prospección por susceptibilidad magnética sólo se ejecutó en la campaña de 2016, empleándose para ello un sensor de campo Bartington MS2D siguiendo cuadrículas de 20 x 20 como referencia. El punto de lectura era primeramente limpiado con el pie para eliminar la capa superficial de tierra sin compactar. Dos zonas adicionales fueron sometidas a lecturas de alta resolución, con lecturas a intervalos de 5 m. Tres lecturas se tomaron en cada punto, quedando registrado el promedio.

Para la prospección geoquímica se hizo uso de un espectómetro de rayos X portátil Thermo-Niton XI3t GOLDD+, diseñado para el trabajo de campo, con cálculo interno de parámetros fundamentales para permitir la obtención de resultados analíticos *in situ*. El instrumento era sometido a una prueba instrumental al principio de cada día, y nuevamente si era necesario apagarlo en algún momento (por ejemplo

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	194/807



para cambiar la batería). De forma periódica se hacían análisis de muestras de referencia para detectar posibles derivas analíticas (“drift”) u otras anomalías.

Por lo general, se adoptó la configuración “soils”, que emplea un sistema de normalización Compton especialmente diseñado para compensar la presencia de elementos ligeros o de densidad variable. Las lecturas se llevaban a cabo *in situ*, con una preparación mínima de la muestra (igualmente, un barrido de la tierra suelta de la superficie con el pie). En total, entre las campañas de 2015 y 2016 se tomaron más de 1050 lecturas de susceptibilidad magnética y pXRF. El intervalo de análisis fueron 25 s, con un rango principal que incluía los siguientes elementos: As, Au, Co, Cu, Fe, Hg, Mo, Mn, Ni, Pb, Rb, Se, Sr, Th, U, W, Zn y Zr. El intervalo temporal de análisis se calculó realizando unas lecturas piloto y observando el tiempo que tardaba la composición de los elementos objetivo (Cu, Mn, Pb y Zn) en estabilizarse, lo que optimizaba la prospección a la vez que garantizaba la suficiente precisión. Tras cada lectura, la ventana de análisis y el área circundante eran limpiados para evitar contaminación, y la película de la ventana se sustituía de forma regular.

La prospección geoquímica se llevó a cabo a diversas escalas. En principio, se tomaron lecturas en un transecto de control, a intervalos de 25 m, que atravesaba la medina de E a O. Los resultados sirvieron para obtener una primera caracterización de la geología del yacimiento. Tras esto, se tomaron lecturas a intervalos de 20 m, usando como referencia la trama de cuadrículas matriz. En zonas de especial interés se intensificó la prospección, separando las lecturas a intervalos de 5 m. Esta tarea de caracterización previa indicó la presencia en el yacimiento de rocas con un alto contenido natural en manganeso. De este modo, la distribución espacial de las concentraciones de este elemento han de ser tomadas con especial precaución.

El gradiómetro de flujo confirmó la extensión, variedad, y buen estado de conservación de restos constructivos en la medina de Madīnat al-Zahrā. Por lo general, el yacimiento presenta bajos valores magnéticos y pocas zonas químicamente enriquecidas, pero pudieron detectarse anomalías claramente estructuradas que sugieren tanto actividades a altas temperaturas como niveles significativos de polución. La prospección por susceptibilidad magnética reprodujo los mismos patrones

que el gradiómetro, lo que ofrece un argumento adicional de que las anomalías detectadas pueden corresponder a actividades pirotecnológicas.

Numerosos edificios pudieron identificarse por medio del gradiómetro en la zona occidental de la medina (Zona 1) (ver figuras 4.33 y 4.34), cuyos muros de piedra se reflejan en forma de anomalías magnéticas negativas. El edificio monumental del sudoeste (a) que ya era posible apreciar sin dificultades por medio de la fotografía aérea quedó reflejado con claridad meridiana. Tradicionalmente, se han interpretado estas estructuras como los cuarteles de la guardia palatina, y es posible que se proyectara hacia la cara occidental de la cerca urbana. Una señal ferrosa (b) pudiera indicar la presencia de estructuras de hierro de cierta entidad (o quizás una herrería relacionada con la guarnición). La zona circundante la ocupan un conjunto variado de edificios, patios y calles (c), incluyendo la potencial mezquita al norte (d). Esta supuesta mezquita y, sobre todo, el edificio que se alza al norte de ésta (e) y que comparte su orientación) presentaron considerables anomalías magnética positivas, características de actividades desarrolladas a alta temperatura (ver Figura 4.35). La zona prospectada limitaba al este con un doble muro (f), más allá del cual se extendía la zona de jardines (g).

En la zona oriental de la medina (Zona 2) el magnetómetro también logró detectar indicios substanciales de edificación (ver Figura 4.36). Existe otro edificio de grandes dimensiones, con estructuras murarias de una considerable entidad (h). También se detectaron dos anomalías positivas lineales (i) que corrían siguiendo una curva del terreno en la zona norte (j), donde en la actualidad se alza una valla metálica. Al norte de esta línea el terreno se hacía especialmente abrupto. Esta última zona registró las lecturas más altas de susceptibilidad magnética de todo el yacimiento.

La prospección geoquímica a escala básica (20 x 20 m) ha permitido la identificación de zonas enriquecidas con diversos elementos, especialmente cobre y plomo (ver figuras 4.37 y 4.38). En el racimo identificado en la zona occidental el cobre y el plomo presentan una fuerte correlación, además de coincidir de forma exacta con las anomalías magnéticas positivas (a). La prospección intensiva (5 x 5 m) reflejó sub-racimos que parecen agruparse en torno a las estructuras a las que corresponden estas anomalías.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	196/807



Estas son con mucho las lecturas más altas del yacimiento en lo que se refiere a la concentración de cobre (50-1500 ppm), plomo (200-11000 ppm) y zinc (50-1500 ppm)<sup>98</sup>. La zona fue posteriormente sometida a prospección geoquímica intensiva, lo que confirmó la uniformidad de las mencionadas anomalías, en comparación con las detectadas en la zona occidental, que son mucho más irregulares. Así, las diferencias entre ambas zonas de interés son claras, tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo.

En conclusión, en ambas zonas, los resultados sugieren la presencia, de actividades pirotecnológicas de entidad, aunque no necesariamente afines, como pueden estar indicando estas diferencias, aunque la confirmación definitiva de estos extremos habrá de esperar a la excavación. Comentaremos estos resultados en el apartado de Discusión.

Antes de pasar al siguiente punto es quizás pertinente hacer una reflexión metodológica a la luz de los resultados obtenidos. Este uso combinado de diversas técnicas y escalas supone un considerable paso adelante en la caracterización no invasiva de diversas prácticas. Los resultados de la prospección geoquímica permiten llevar la interpretación en Madīnat al-Zahrā mucho más lejos que el simple binomio ausencia/presencia, y ha hecho posible establecer como hipótesis sólida la posibilidad de que las dos zonas “calientes” del sector oriental y el del occidental se asocien a prácticas pirotecnológicas de distinta naturaleza. Al oeste, las anomalías se extienden sobre una zona más restringida y están más estructuradas, además de coincidir con gran exactitud con las anomalías detectadas por el gradiómetro. En contraste, en términos absolutos estas anomalías son de mucha menos entidad que los identificados en la zona nororiental. Con la información que tenemos, es imposible afirmar si estas anomalías responden a algún tipo de actividad secundaria, como el moldeado o el trabajo del metal, o a la actividad de espoliadores posteriores (e.g. caleras). En contraste, los niveles de contaminación detectados en la zona oriental, así como el más amplio espectro de elementos representados sugieren prácticas tecnológicas de

<sup>98</sup> Uno de los motivos que condujeron a la prospección de esta zona por medio de pXRF fue la cercanía del *Aqua Augusta*, un acueducto romano reutilizado en época califal para el suministro de agua al alcázar. Ver Vallejo, A. (2007) “Madīnat al-Zahrā: transformation of a caliphal city”. En Glaire D. Anderson and Mariam Rosser-Owen (eds.) *Revisiting al-Andalus. Perspectives on the Material Culture of Islamic Iberia and Beyond*. Leiden: Brill: 5-7.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	197/807





cierta complejidad, como la fundición de metales, la producción de vidrio o la producción intensiva de vidriados para cerámica. La presencia de varios fragmentos de escoria industrial en la zona refuerza la idea de que los indicios de contaminación tienen más que ver con actividades que son contemporáneas al yacimiento que con intrusiones posteriores.

Es importante recapacitar sobre cómo el proceso de prospección planteado en Madīnat al-Zahrā puede contribuir al avance de estos enfoques y a informar trabajos dirigidos hacia yacimientos que presenten una problemática afín. La campaña de 2015 fue corta y se limitó al área occidental del yacimiento. La prospección con el gradiómetro fue lenta y laboriosa, por las condiciones del terreno. No obstante, fue capaz de identificar restos constructivos muy sustanciales, pero la información ofrecida no presentaba a los prospectores pistas de hacia dónde dirigir la prospección geoquímica, especialmente en un yacimiento de proporciones tan notables. Por el contrario, el análisis por pXRF, ya a escala básica (20 x 20 m) fue mucho más rápido, y pronto había cubierto mucho más terreno que la prospección por gradiómetro. La información composicional resultante, con el consabido “punto caliente” al norte de la “mezquita”, permitió optimizar la prospección con gradiómetro en el poco tiempo restante, dirigiéndola hacia esos puntos calientes, lo que llevó a constatar la coincidencia de las anomalías magnéticas positivas y las composicionales.

En la campaña de 2016 aplicamos una estrategia más reflexiva desde el principio. Se incrementó el número de gradiómetros de uno a tres, lo que equiparó la velocidad de avance de ambas técnicas, que fueron así capaces de retroalimentarse mutuamente en tiempo real. Los gradiómetros pronto dejaron claro que los sectores oriental y meridional presentaban pocas perspectivas de éxito, aumentando el tiempo disponible para la prospección por pXRF y susceptibilidad magnética, con resultados sensacionales, como hemos tenido ocasión de ver.

### La Alhambra (Proyecto “Los talleres reales de la Alhambra”)<sup>99</sup>

Como comentábamos brevemente con anterioridad, el caso de la Alhambra es afín al de Madīnat al-Zahrā en algunos aspectos y muy distinto en otros. Entre las afinidades se encuentran las circunstancias de su construcción, su carácter palatino<sup>100</sup>, la asociación con tipos cerámicos muy característicos, y la presencia (en el caso de Madīnat al-Zahrā aún no confirmada) de zonas de producción pirotecnológica. Entre las diferencias se cuentan su ciclo vital como yacimiento arqueológico, y su contexto medioambiental que, como veremos, va a tener un efecto directo sobre la metodología. En el caso de la Alhambra, además de los trabajos de prospección hemos podido llevar a cabo dos breves campañas de excavación.

El reino nazarí de Granada surgió tras la disolución del imperio almohade que, tras formarse en el norte de África, acabaría por ocupar el centro y el sur de la Península Ibérica. Tras la ofensiva lanzada por los reyes cristianos del norte, a principios del siglo XIII, los territorios peninsulares bajo dominación islámica se disgregaron en pequeños reinos una vez más. En Murcia, la rebelión de Ibn Hūd en 1228 logró extenderse rápidamente, lo que fue aprovechado por el caudillo militar Muhammad b. Yūsuf b. Nasr para establecer su control en Arjona (Jaén), en lo que sería la semilla del futuro reino nazarí<sup>101</sup>.

Dados estos antecedentes, no resulta extraño que la dinastía nazarí recurriese a mecanismos conocidos de legitimación, como son la construcción de un palacio real,

<sup>99</sup> García Porras, A., C. Duckworth, K. Welham, D. Govantes-Edwards, D. Pitman, J. M. Ríos, L. Martín, M. Alonso Valladares, A. Velo Gala. 2016. *Informe preliminar de la intervención arqueológica en El Secano de la Alhambra. Las actividades artesanales con aplicación de pirotecnologías en la madina de la Alhambra*. Informe de excavación inédito; García Porras, A., C. Duckworth, K. Welham, D. Govantes-Edwards, D. Pitman, J. M. Ríos, L. Martín Ramos, M. Alonso Valladares, A. Velo Gala. 2017. *Informe preliminar de la intervención arqueológica en El Secano de la Alhambra. Las actividades artesanales con aplicación de pirotecnologías en la madina de la Alhambra*. Informe de excavación inédito; Duckworth, C. y D. Govantes-Edwards. 2019. “Producción y tecnología del vidrio en al-Andalus”. En M. M. Delgado y L. M. Pérez-Aguilar (eds) *Economía y trabajo. Las bases materiales de la vida en al-Andalus*. Sevilla: Ediciones Alfar: 235-62. La intervención de la que informa esta sección fue parcialmente financiada por el Patronato de la Alhambra y el Generalife en virtud de un acuerdo de colaboración firmado entre dicho patronato y la Universidad de Granada, contando también con la participación de las universidades de Bournemouth, Leicester y Newcastle (Reino Unido). Los datos e informaciones contenidos en esta sección son incluidos en la presente tesis doctoral con la autorización expresa del Patronato de la Alhambra y el Generalife, en la persona del arqueólogo del Servicio de Investigación y Difusión D. Jesús Bermúdez Pareja.

<sup>100</sup> Bermúdez López, J. 2002. “Estructura urbana de la Alhambra”. *Cuadernos de la Alhambra* 38: 86.

<sup>101</sup> García Porras, A. En prensa. “The Nasrid Kingdom of Granada”. In D. Govantes-Edwards (ed) *Archaeology, Politics and Islamic Cultural Heritage in Europe*. Londres: Equinox.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	199/807



como expresión del poder de los nuevos soberanos. La Alhambra no es coetánea con la ciudad de Granada, sino posterior, siendo construida muy cerca del centro de la misma, pero en una colina que hasta entonces había permanecido sin ocupar, y que se alza de forma imponente sobre la vieja medina,<sup>102</sup> escenificación que recuerda en gran medida a la planteada por Madīnat al-Zahrā.

Un aspecto clave para la cuestión que nos encontramos formulando es el hecho de que, como Madīnat al-Zahrā, la Alhambra y la dinastía nazarí desarrollaron una conexión simbólica con un tipo determinado de producción cerámica. En Granada, la monarquía nazarí mantuvo estrechos lazos simbólicos con un tipo de cerámica de lujo conocida como “loza dorada”, que se caracteriza por sus delicadas decoraciones en tonos azules y dorados. Durante largo tiempo se ha venido trabajando sobre la hipótesis de que, entre otros lugares, estas producciones tenían lugar en la propia Alhambra<sup>103</sup>, siendo empleadas como elemento de representación de la casa real. Esta representación era tan explícita que muchas de las producciones de loza dorada portan el escudo de armas de la dinastía (ver Figura 4.39), siendo no sólo distribuidas entre las elites europeas a través de las casas de negocios genovesas que trabajaban para la casa nazarí<sup>104</sup>, sino que servían también como regalos diplomáticos de la corona ante sus aliados del imperio mameluco en El Cairo<sup>105</sup>.

Conocedores de todo esto y de los primeros resultados obtenidos por el equipo que coordino en Madīnat al-Zahrā, los gestores del Patronato de la Alhambra y el Generalife se pusieron en contacto con nosotros y ofrecieron financiación para desarrollar una prospección similar a la llevada a cabo en el yacimiento cordobés en la zona de la Alhambra conocida como El Secano, donde existen múltiples restos

<sup>102</sup> Malpica, A. 2007. *La Alhambra. Ciudad Palatina Nazarí*. Málaga: Sarriá: 71

<sup>103</sup> Torres Balbás, L. 1934. “Cerámica doméstica en la Alhambra”. *Al-Andalus* II: 388; Malpica, A. 2002. *La Alhambra de Granada. Un estudio arqueológico*. Granada: Universidad de Granada: 267.

<sup>104</sup> Fábregas, A. y A. García Porras. 2009. “Redes de comercio genovesas en el sur de la Península Ibérica. Circulación mercantil y transferencias productivas”. En I. del Val, P. Martínez Sopena y J. Valdeón (eds) *Castilla y el mundo feudal. Homenaje al profesor Julio Valdeón*. Valladolid: Junta de Castilla y León y Universidad de Valladolid: 639-655; García Porras, A. y A. Fábregas. 2010. “Genoese trade networks in the southern Iberian Peninsula: trade, transmission of technical knowledge and economic interactions”. *Mediterranean Historical Review* 25: 41-4; Coll Conesa, J. 2014. “Técnica, áulica y distinción social en la cerámica medieval”. *Anales de Historia del Arte* 24: 94. Se ha propuesto que también la dinastía almohade empleó la decoración cerámica como medio de propaganda política. Ver Acién, M. 1996. “Cerámica y propaganda en época almohade”. *Arqueología Medieval* 4: 183-91.

<sup>105</sup> Seco de Lucena Paredes, L. 1955. “Viaje a Oriente. Embajadores granadinos en El Cairo”. *Miscelánea de estudios árabes y hebreos* IV: 18-9.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	200/807



arqueológicos visibles, incluyendo gran cantidad de hornos de cronología incierta (ver Figura 4.40). Durante la época nazarí, esta zona de El Secano, contaba con su propia puerta (*Bāb al-Gūdūr*, actualmente conocida como Torre de los Siete Suelos), y con otros elementos que marcaban su naturaleza eminentemente urbana. Estos elementos incluyen no sólo las murallas y otros elementos de fortificación que la delimitaban, sino también la presencia de una contundente infraestructura hidráulica, incluyendo la llamada Acequia Real, verdadero elemento vertebrador de la zona de la medina. De esta acequia axial surgían diversos ramales que abastecían de agua a las zonas colindantes, ocupadas por edificios productivos, domésticos y militares. De acuerdo con Jesús Bermúdez, El Secano:

Debió constituir en época nazarí el ámbito de población artesanal más importante de la ciudad palatina, un barrio más popular en comparación con otras zonas de construcciones más amplias y ricas por sus restos decorativos<sup>106</sup>

Esto parece verse confirmado por los trabajos de Torres Balbás, que logró identificar la presencia de una tenería para el trabajo con la piel y los tejidos<sup>107</sup>. Como hemos venido viendo a lo largo de todo este capítulo, es habitual encontrar esta combinación entre zona palacial, producción artesanal (no olvidemos las tradicionales fábricas reales o *tiraz*) y zonas residenciales en las medinas palaciales de época medieval en las regiones dominadas por el islam.

[...] aquella otra Alhambra en donde había casas de gentes que la poblaban, sirviendo directamente o no a reyes, cortesanos y nobles, huertas que ofrecían sus productos a sus mesas, talleres de los que salían mercancías que se vendían en los zocos<sup>108</sup>.

<sup>106</sup> Bermúdez López, J. 2010 *The Alhambra and the Generalife. Official Guide*. Granada: Patronato de la Alhambra y el Generalife: 206.

<sup>107</sup> Torres Balbás, L. 1935. "Tenerías en el Secano de la Alhambra de Granada". *Al-Andalus III*: 434-8.

<sup>108</sup> Malpica Cuello, A. 2004. "La Alhambra. Arqueología e Historia.

<http://www.arqueologiamedieval.com/articulos/51/la-alhambra-arqueologia-e-historia>

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM</a>	Página	201/807



En la Alhambra, sin embargo, los condicionantes tanto ambientales como arqueológicos son completamente distintos a los que convergen en Madīnat al-Zahrā. La colina de la Alhambra se constituye de un sustrato geológico conglomerado. La elevación de la roca está sujeta a constantes irregularidades, y son frecuentes los afloramientos, ocasiones en las que a veces resulta difícil distinguir dicho sustrato de los niveles arqueológicos que lo rodean<sup>109</sup>. Cuando se llevó a cabo la prospección, la zona era terreno abierto, cubierto de gravillas y algunas hierbas. La zona se encuentra atravesada por un camino peatonal, y aloja múltiples servicios del monumento. Las perturbaciones contemporáneas, junto a las causadas durante la ocupación de las tropas napoleónicas en su retirada (incluida la voladura de alguna de las torres, donde se había situado un batería de artillería); las excavaciones desarrolladas desde el siglo XIX, pero sobre todo en los años 70, cuyas zonas de afección están pobremente determinadas; y la reconstrucción posterior (y poco rigurosa) de algunos de los hornos, se conjuran con el propio sustrato geológico para dificultar las condiciones de prospección. Las intervenciones arqueológicas que acompañaron a las primeras tareas de conservación prestaron atención preferente a los palacios nazaríes, siendo Leopoldo Torres Balbás el único que acometió la excavación de los restos arqueológicos de forma sistemática<sup>110</sup>. Con esta excepción, no puede considerarse que la exploración arqueológica científica de la Alhambra tuviera su inicio hasta los años 90 del siglo XX, cuando las intervenciones desarrolladas en el conjunto pudieron finalmente desembarazarse de la fuerte influencia que hasta entonces habían tenido perspectivas marcadas por criterios arquitectónicos y de la historia del arte<sup>111</sup>.

Esto resulta especialmente grave teniendo en cuenta la evidente relación entre la casa real nazarí y las producciones de cerámica que a ella se asociaban, máxime si

<sup>109</sup> Bermúdez Lopez, J. 2010 *The Alhambra and the Generalife. Official Guide*. Granada: Patronato de la Alhambra y el Generalife.

<sup>110</sup> Malpica Cuello, A. 2013. "Torres Balbás y la arqueología". En G. Ruiz Cabrero, A. Muñoz Cosme y A. Sánchez del Barrio (eds) *Leopoldo Torres Balbás y la restauración científica*. Sevilla: Patronato de la Alhambra y el Generalife. Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico: 361-78. No está de más recordar que cuando Torres Balbás se hizo cargo de la dirección de la Alhambra, El Secano estaba todavía compartimentado en múltiples propiedades privadas. Romero Gallardo, A. 2014. *Prieto-Moreno. Arquitecto Conservador de la Alhambra (1936-1978). Razón y sentimiento*. Granada: Universidad de Granada y Patronato de la Alhambra y el Generalife: 137-8.

<sup>111</sup> Malpica, A. 2007. *La Alhambra. Ciudad Palatina Nazarí*. Málaga: Sarriá: 21-43.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	202/807



tenemos en cuenta la tradición de fábricas reales a las que venimos haciendo constante referencia<sup>112</sup>.

Esto se suma al hecho de que, al contrario de Madīnat al-Zahrā, que como hemos visto estuvo ocupada durante un lapso muy corto de tiempo, la Alhambra se mantuvo habitada sin interrupción desde su construcción inicial hasta que se comprendió la naturaleza extraordinaria del monumento, en el siglo XIX. Esto quiere decir que la arqueología de la Alhambra debe contemplar una superposición continuada de casas, talleres y otras estructuras de distintos periodos, que es necesario identificar y caracterizar adecuadamente. En ese sentido, es necesario tener presente en todo momento que cuando nos referimos a la Alhambra, lo hacemos para denominar el conjunto urbano en su totalidad (que sobrevivió a la dinastía nazarí que le dio inicio), aunque popularmente se entienda a la Alhambra como una realidad limitada a los palacios nazaríes.

La Alhambra es una ciudad palatina, esto significa que desde su inicio se concibe, se planifica, se construye, y evoluciona bajo el concepto de unas leyes, más o menos codificadas, del urbanismo, pero es también palatina, es decir en ella reside la máxima autoridad, el Jefe del Estado, acompañado de su familia y su corte, con funcionarios de la administración, servidores, artesanos y una guardia especialmente seleccionada para su inmediata seguridad<sup>113</sup>.

La documentación histórica, por su parte, nos ofrece indicaciones acerca de este carácter urbano, y ya el documento preparado en previsión del repartimiento de la colina (que finalmente no se llevó a cabo) lista un total, sólo para El Secano, de 17

<sup>112</sup> García Porras, A. 2006. "La cerámica de uso doméstico en época nazarí". En R. Torres (ed) *Los jarrones de la Alhambra. Simbología y poder*. Granada: Patronato de la Alhambra y el Generalife: 89-96; García Porras, A. 2010. "La realidad material en el reino nazarí de Granada. Algunas reflexiones desde la arqueología granadina". En A. Malpica Cuello, R. Peinado Santaella y A. Fábregas García (eds) *VII Coloquio de Historia Medieval de Andalucía*. Granada: Universidad de Granada: 119-45; García Porras, A. 2012. "Producción cerámica y organización política. El caso de la cerámica nazarí". En B. Arizaga Bolumburu (ed) *Mundos medievales. Espacios, sociedades y poder: homenaje al profesor José Ángel García de Cortazar y Ruiz de Aguirre*. Santander: Universidad de Cantabria: 1379-90.

<sup>113</sup> Bermúdez López, J. 2002. "Estructura urbana de la Alhambra". *Cuadernos de la Alhambra* 38: 86.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	203/807



casas y 84 solares<sup>114</sup>, y una imagen del libro V del *Civitates Orbis Terrarum* muestra bien a las claras la densidad urbana y constructiva de la Alhambra justo al interior de la Torre de los Siete Suelos (ver Figura 4.41). Si bien la información ofrecida por la documentación del siglo XVI es muy escasa y poco elocuente, la fechada en el siglo XVII ofrece muchos más datos acerca de las actividades productivas en la Alhambra, incluyendo menciones a varias alfarerías y talleres de olleros y una fragua<sup>115</sup>. La actividad de estos talleres era tan intensa que llegaron a causar el deterioro y desplome de un sector de la muralla en el sector oriental en 1635<sup>116</sup>.

Las estructuras de los hornos son visibles en superficie, pero el perfil exacto de las estructuras pirotecnológicas originales y su evolución resultan difíciles de dilucidar. En la zona occidental, se sabe que los restos arqueológicos alcanzan una profundidad considerable (en distintas zonas por debajo de los -10 m con respecto a la rasante actual), y también se conoce la existencia de estructuras subterráneas como silos. Hacia el este, los restos arqueológicos se sitúan en una cota mucho más cercana a la superficie, hasta una profundidad aproximada de 3-5 m con respecto a la rasante actual, e incluso menos en ubicaciones puntuales.

El Secano no había sido sujeto a prospecciones con anterioridad, y por eso se apostó por el desarrollo de una estrategia basada en distintas técnicas, incluyendo técnicas geofísicas y geoquímicas, para ampliar el posible rango de respuestas.

Las técnicas contempladas incluyeron el uso del gradiómetro de flujo (ya empleado en Madīnat al-Zahrā), la prospección electromagnética, el georrádar, la susceptibilidad magnética (ya empleada en Madīnat al-Zahrā) y pXRF (ya empleado en Madīnat al-Zahrā). Ya se han descrito las metodologías consistentes en el uso del gradiómetro de flujo, la susceptibilidad magnética y el pXRF, con lo que ahora va a hacerse otro tanto con las restantes, antes de presentar los resultados.

<sup>114</sup> Peinado Santaella, R. G. 1995-6. "El repartimiento y el espacio urbano de la Alhambra, según el fallido proyecto repoblador del año 1500". *Cuadernos de la Alhambra* 31-32: 111-24.

<sup>115</sup> Vincent, B. 1972. "La población de la Alhambra en el siglo XVII". *Cuadernos de la Alhambra* 8: 35-58; Gómez Moreno, M. 1988. *Guía de Granada*. Granada: Universidad de Granada: 139; Sánchez-Montes, F. 2015. "La ciudad de la Alhambra en el siglo XVII". En Arias de Saavedra Alias, I. y M. L. López-Guadalupe (eds) *Vida cotidiana en la Monarquía Hispanica, tiempos y espacios*. Granada: Universidad de Granada: 85-116.

<sup>116</sup> Vilar Sánchez, J. A. 2013. *Obras en la Alhambra: transcripción, índices y análisis del legajo 152-1 del Archivo Histórico de la Alhambra*. Granada: Alhulia: 681-4.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	204/807





La prospección electromagnética supone la inducción de un campo electromagnético en el terreno y la medición de la conductividad eléctrica y la susceptibilidad magnética del terreno a distintas profundidades, técnicas que han dado resultados muy positivos en otros yacimientos islámicos<sup>117</sup>. La lectura de la conductividad también puede identificar materiales de construcción, siendo un buen proxy de técnicas de resistividad, especialmente cuando el terreno está reseco y endurecido.

El georrádar es una técnica habitual en la detección de hallazgos arqueológicos soterrados, estructuras geológicas y averías en infraestructuras contemporáneas. El georrádar consta de tres elementos principales: la unidad de control, la antena y una pantalla (por ejemplo de un ordenador portátil). La unidad de control permite activar la antena para que emita pulsaciones electromagnéticas en dirección al terreno; posteriormente, la antena recibirá y medirá el rebote de estas pulsaciones en los distintos atributos presentes en el subsuelo. El tiempo transcurrido entre la emisión y la recepción permitirán calcular la profundidad a la que se encuentran estos atributos arqueológicos o geológicos. Pueden emplearse antenas que funcionan a distinta frecuencia, de 100MHz a 2GHz. Una frecuencia alta optimiza la identificación de atributos situados más cerca de la superficie, mientras que aquellas que funcionan a una frecuencia menor pueden alcanzar mayor profundidad (en ciertas condiciones, hasta los 20 m).

Los resultados de esta técnica pueden verse afectados por las características físicas y la composición química del material de relleno, las características de los atributos soterrados, la presencia de agua en el subsuelo y la presencia de obstáculos, como ramas de árbol o madrigueras<sup>118</sup>. El georrádar es la técnica más precisa para prospeccionar zonas arenosas, limosas o, en general, altamente permeables. Por el contrario, rellenos no permeables, como arcillas, afectan negativamente a los resultados. Para poder ser detectados por georrádar, los atributos soterrados deben distinguirse de forma clara con respecto a su sustrato. Durante la prospección, el

<sup>117</sup> Welham, K., J. Fleischer, P. Cheetham, H. Manley, C. Steele y S. Wynne-Jones. 2014. "Geophysical survey in Sub-Saharan Africa: magnetic and electromagnetic investigation of the UNESCO World Heritage Site of Songo Mnara, Tanzania". *Archaeological Prospection* 21: 255-62

<sup>118</sup> Conyers, L. 2012. *Interpreting Ground Penetrating Radar for Archaeology*. Londres: Routledge.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	205/807



operario del georrádar puede controlar los intervalos entre transectos, los intervalos de lectura, y el tamaño de las cuadrículas de referencia, lo que permite el acopio de gran cantidad de información de alta resolución. En la prospección de la Alhambra, el georrádar fue seleccionado dada la posible presencia de restos arqueológicos que sobrepasan el rango de detección de los otros métodos empleados.

La prospección electromagnética fue llevada a cabo con un dispositivo bipolar Geonics EM38B con espaciado entre polos de 1 m, operado de modo vertical (alcance efectivo: c. 1,5 m) y horizontal (alcance efectivo: c. 0,75 m), a una frecuencia de 14,6 KHz. Se realizaron lecturas de conductividad y susceptibilidad. Se tomaron lecturas a un intervalo de 0,5 m a lo largo de transectos paralelos con 1 m de separación. Los datos fueron procesados mediante el uso del software Geonics DAT. La prospección electromagnética y por gradiómetro se llevó a cabo en cuadrículas de 10 x 10 m.

La prospección por georrádar fue llevada a cabo por medio de un dispositivo MALA RAMAC X3M equipado con antenas de 250 MHz y 500MHz. La prospección siguió transectos E-O en un total de 10 cuadrículas, lo que supone una extensión agregada de 443 m<sup>2</sup>. Se empleó la tracción humana a una velocidad variable de 0,4<sup>-1</sup> ms a 0,8<sup>-1</sup> ms. Las cuadrículas fueron sometidas a una primera prospección con una antena de 500 MHz. Los resultados recomendaron repetir la operación con una antena de 250 MHz. Dadas las dimensiones del tipo de restos a los que dirige la prospección, se optó por unos intervalos de 0,5 m entre transectos e intervalos de lectura de 0,02 m para la antena de 500 MHz, y de intervalos entre transectos de 1 m e intervalos de lectura de 0,02 m para la antena de 250 MHz/ Aquellas zonas que no presentaban signos evidentes de perturbación fueron divididas en cuadrículas de 150 m<sup>2</sup>, tamaño que optimiza los resultados. En aquellas zonas con signos de perturbación se establecieron cuadrículas de mayor extensión. Para paliar las posibles confusiones derivadas del uso de cuadrículas de distintos tamaños las coordenadas de todas las cuadrículas fueron localizadas mediante GPS.

Es necesario comentar, con respecto a la prospección por pXRF, que además de las lecturas del terreno, similares a las llevadas a cabo en Madīnat al-Zahrā, también se tomaron lecturas para la caracterización geoquímica de varios de los hornos conservados (ver Figura 4.40). También se tomaron lecturas de contraste de los

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	206/807



ladrillos sin revestimiento y los rellenos asociados, para ofrecer un conjunto comparable de resultados. Estos análisis consistieron en lecturas de 65-110 segundos de duración, en modos “Main” y “High”. En este caso, las lecturas se centraron en la identificación de Pb, As, Cu, Zn, Mn, Sn, Sb y Ag. Allí donde esto fue posible, se tomaron lecturas múltiples para asegurar una caracterización más fiable. La concentración de elementos significativos fue expresada en un gráfico de barras creado en Microsoft Excel (resolución 1000 ppm), que facilita la comparación de la firma química de cada horno. Como muestras adicionales de control para la evaluación del enriquecimiento químico de los revestimientos, se tomaron también lecturas en ladrillos, tejas y otras estructuras arqueológicas. Los resultados fueron ploteados junto a los obtenidos en los propios hornos.

Los resultados de la prospección por gradiómetro de flujo tanto en bruto como procesados se presentan en las figuras 4.42 y 4.43, respectivamente. Los resultados revelaron poco ruido magnético en general, y desde el principio se pensó que la profundidad de los sedimentos y, sobre todo, las perturbaciones sufridas por la zona de El Secano, estaban impidiendo la obtención de resultados más precisos. Las zonas blancas corresponden al seto situado al sur de las cuadrículas 7-10, y una rejilla de servicio y zonas excavadas al oeste de la cuadrícula 1-6.

Los resultados de la prospección electromagnética por conductividad, tanto horizontal como vertical (figuras 4.44 y 4.45 respectivamente) ofrecieron una mejor resolución que las obtenidas por medio del gradiómetro. Una comparación de las figuras correspondientes al modo horizontal y vertical, que son más nítidas, parecía indicar que el relleno situado entre las cotas -0,5 m y -1 m estaban significativamente más perturbadas que las situadas a unas cotas más bajas, como después confirmó el proceso de excavación.

Los resultados de la prueba de susceptibilidad magnética en superficie se presentan en forma proporcional en la Figura 4.46, y en forma de ploteado “natural neighbour” (Figura 4.47). Los resultados de la zona situada al sur del camino peatonal (cuadrículas 1-6) indicaron diferencias notables en las lecturas. Especialmente, existe una zona de aproximadamente 10 x 10 m, situada unos 10 m al este del Horno A, que concentraba múltiples lecturas elevadas. Una concentración similar se detectó en la

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	207/807



mitad sur del extremo oriental de las cuadrículas I-H. La “zona caliente” que resulta visible en la zona oriental del ploteado, formaba un conjunto muy definido de lecturas muy elevadas (~600), si bien las lecturas obtenidas en el entorno inmediato a este punto eran significativamente más bajas. Esto posiblemente indica que las lecturas elevadas tenían como origen algún tipo de perturbación reciente. En las cuadrículas 7-10 se identificó una concentración de lecturas elevadas en la zona situada entre los hornos C, D y E. Esto puede venir provocado por la concentración de materiales de desecho procedente de los hornos en la zona, pero es imposible rechazar de forma categórica que fuese producto de afecciones más recientes.

La prospección por georrádar tuvo lugar fundamentalmente en tres áreas:

Cuadrículas A-D y Z: Esta zona incluía el área abierta al norte del camino de tránsito (figuras 4.48 y 4.49). No se detectaron anomalías arqueológicas. El georrádar identificó el silo situado entre las cuadrículas B y C, pero el rango efectivo era de solo ~3 m, con lo que sólo pudo detectarse la parte superior de dicha estructura. El potencial arqueológico de la estructura se ve, además, limitado por las severas perturbaciones sufridas por el terreno en su entorno. En la cuadrícula D también pudieron detectarse infraestructuras contemporáneas. La zona se caracteriza por la variabilidad geológica.

Cuadrículas H-K: Esta zona incluía el terreno que circunda las estructuras piroindustriales situadas al este de las cuadrículas A-D y Z (figuras 4.50 y 4.51). Los resultados obtenidos con las antenas de 250 MHz y 500 MHz eran esencialmente idénticos, no pudiendo deducirse de ellos la presencia de anomalías de indiscutible origen cultural. Se detectaron varias anomalías producto de la variabilidad geológica y de la presencia de raíces soterradas. También se detectaron varias anomalías en la zona situada entre los hornos C, D, y E al norte de la cuadrícula I. El tamaño de estas anomalías oscilaba entre 1 y 2 m, estando situadas a una profundidad aproximada de ~1,5-2 m. El área norte de la cuadrícula H no pudo ser prospectada con el georrádar como consecuencia de la inclinación del terreno.

Cuadrícula P: Esta zona incluía el área abierta al sur del camino de tránsito (ver Figura 4.52). Solo se recogieron resultados con la antena de 500 MHz, porque las condiciones del terreno hacían inviable el uso de la antena de 250 MHz. Los resultados

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	208/807



incluían anomalías derivadas de la variabilidad geológica, rellenos y socavones de origen reciente. Estas perturbaciones contemporáneas quedan claramente reflejadas en los resultados.

En resumen, la prospección por georrádar no pudo identificar ninguna anomalía que pudiese caracterizarse como cultural más allá de toda duda. La prospección fue capaz de definir los restos conocidos en la cuadrícula C, pero su rango efectivo no fue en ningún caso más allá de -3 m con respecto a la cota actual del terreno.

Con respecto a los análisis de caracterización química del terreno (pXRF), los resultados se presentan en diagramas proporcionales (figuras 4.53, 4.54 y 4.55). Como puede apreciarse, existía al este del Horno A una zona (~15 x 10 m) en la que se manifiesta una considerable concentración de cobre. Esto puede indicar que las actividades que se desarrollaban en el Horno A hacían uso de este metal. El manganeso se encuentra presente en altas concentraciones en superficie en todo el área de prospección, pero no existen indicios de pautas definidas en su distribución, con lo que no es posible asociar dichas concentraciones a ningún horno en concreto. La distribución de plomo en superficie es más irregular, con áreas de mayor concentración en las zonas noroeste y sudeste de las cuadrículas 1-6 (coincidiendo con una zona de posibles anomalías detectadas durante la prospección electromagnética), y en la zona nordeste de las cuadrículas 7-10. También existían concentraciones ligeramente elevadas de zinc en la zona sur de los hornos C y D, y en el extremo sur del sector central de las cuadrículas 1-6.

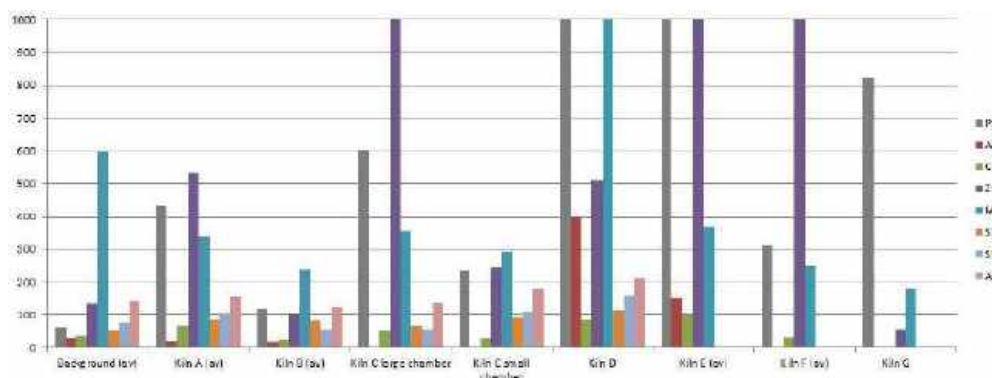
En términos absolutos, la zona presentaba una considerable concentración de cobre, plomo, manganeso y zinc, de lo que podría deducirse que nos encontramos ante una zona dedicada a la producción de cerámicas vidriadas. La relación potencial entre el Horno A y la zona de alta concentración de cobre adyacente al mismo es interesante. Desafortunadamente, las áreas en las que se dieron lecturas magnéticas más altas y aquellas en las que se concentraban los metales pesados no coinciden, lo que impide deducir la existencia de correlaciones directas.

En lo que se refiere a la caracterización química de las piroestructuras de El Secano (estas estructuras han sido tradicionalmente interpretadas como hornos de

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	209/807



cocción cerámica), la prospección supuso la descripción y caracterización visual de las estructuras, el análisis de residuos inorgánicos y la medición de la susceptibilidad magnética. En total fueron analizadas siete de estas estructuras, todas ellas situadas en el entorno del área de excavación (ver *infra*) (ver Gráfica 4.1).



Gráfica 4. 1. Resultados de la prospección por pXRF en los hornos de El Secano.

El objeto de la caracterización química de los hornos era evaluar su potencial para estudios futuros, además de añadir nuevos datos a la interpretación. Esta fase de la prospección se apoyaba en la premisa de que la forma, disposición y composición química de los hornos pueden ser indicativas de sus distintas fases constructivas y de sus relaciones contextuales. También se trabajó bajo la premisa de que las actividades pirotecnológicas desarrolladas en el interior de estos hornos habrían dejado residuos de los materiales en ellos tratados, en el caso de hornos empleados para la producción de cerámicas vidriadas los restos volatilizados o depositados como resultado de otros procesos de los materiales del vidriado. No obstante, es importante recordar que este programa de caracterización no es más que un paso preliminar orientado a establecer las principales similitudes entre los distintos hornos, no una prospección detallada y sistemática.

En general, las estructuras presentaban una serie de atributos comunes que contribuyen a interpretarlos como piroestructuras. Todos ellos presentan una planta similar, con una cámara principal y otra más estrecha, formando la típica forma de “ojo de cerradura”. La cámara más estrecha presenta, por lo general, una forma rectangular


Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	210/807



o trapezoidal, mientras que la principal es rectangular o circular. En general, las estructuras son paralelas o perpendiculares a la pendiente. Todas las estructuras están fabricadas con ladrillo, similares a los empleados en otro tipo de estructuras del entorno. La mayoría de ellas presentan revestimientos fragmentarios de arcilla, normalmente adheridos a las hiladas inferiores. Las hiladas superiores son producto de las reconstrucciones ejecutadas por el arquitecto del conjunto, Prieto Moreno, en los años 60 y 70 del siglo XX. Es muy probable que el relleno arqueológico original de los hornos fuese excavado durante estas intervenciones. Su profundidad actual, incluyendo las reconstrucciones, oscila entre 1 y 2 m. Tradicionalmente se ha venido considerando que los hornos que presentan una cámara de forma circular tienen una cronología medieval y aquellos que presentan una cámara rectangular se fechan en época moderna<sup>119</sup>, si bien nuestra excavación ha permitido matizar esta afirmación, aunque sí parece que las cámaras rectangulares son de fecha más tardía que las circulares. Todos los hornos de El Secano estaban contruidos íntegramente con ladrillo ligado con mortero de cal (ver Tabla 4. 2).

<sup>119</sup> Malpica, A. 2002. *La Alhambra de Granada. Un estudio arqueológico*. Granada: Universidad de Granada: 268.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	211/807





Horno	Orientación	Revestimientos	Cámara principal	Evidencia de actividades pirotecnológicas/notas
A	N-S	Si	Rectangular	Algunos restos de revestimiento quemado y ligera vitrificación en las cámaras principal y secundaria. En el lado sur, el revestimiento presenta incrustaciones de cal.
B	S-N	Si	Circular	Restos de revestimiento quemado
C	W-E	Si	Circular, evidencias de dos cámaras, con posible chimenea y bóveda	Restos de revestimiento quemado en ambas cámaras principales (parece que la más pequeña es de cronología anterior) con parches de vitrificación y vedrio
D	N-S	Si	Rectangular	Restos de revestimiento quemado y una posible chimenea. Incrustados en el revestimiento se identificaron un desecho de cerámica vidriada y fragmentos de vedrio
E	S-N	Si	Sub-rectangular/curvilíneo	Restos de revestimiento quemado. La cámara menor está truncada por una estructura posterior
F	W-E	Si	Circular, con posible chimenea y arco	Una extensión significativa de los muros presenta restos de la acción de altas temperaturas y vedrio adherido. Al igual que C, presenta los restos del arranque de un arco y una posible chimenea. En el interior se produjo el hallazgo de un atifle.
G	N-S	No	Circular	El horno era demasiado profundo para poder someterlo a un estudio adecuado. En este caso, la reconstrucción es mucho más agresiva, y resultó imposible identificar áreas en las que se conservasen los revestimientos originales.

Tabla 4.2 . Descripción de los hornos sometidos a prospección en El Secano.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	212/807



Los resultados de la prospección por pXRF, que se presentan en la Gráfica 4. 1, indican un claro enriquecimiento de plomo, zinc, manganeso y cobre en casi todas las estructuras analizadas. Estos metales eran empleados en la producción de cerámicas vidriadas<sup>120</sup>. Es interesante apreciar que la combinación de elementos presente en cada horno varía significativamente. Por ejemplo, el Horno E presenta una lectura elevada en plomo y zinc, mientras que el Horno D presenta una lectura elevada en manganeso. Si los metales pesados adheridos al revestimiento son, en efecto, indicativos de la producción de cerámicas vidriadas, es posible especular con que los distintos hornos se especializasen en la producción de distintos colores.

Además de los revestimientos, algunas de estas piroestructuras presentaban otras evidencias directas de producción de cerámicas vidriadas, como la presencia de fragmentos de desecho y parches de vidrio adheridos a las paredes internas del horno. Estos parches fueron sometidos a análisis por pXRF en “mining mode”, para así obtener una caracterización semicuantitativa de su composición química. Los resultados indican que los vidrios eran coloreados con la adición de plomo, cobre y manganeso, lo que coincide con los resultados del análisis de los revestimientos. Todos los hornos presentaban elevadas lecturas de susceptibilidad magnética, lo que resulta poco sorprendente dado su uso pirotecnológico (Tabla 4. 3).

<sup>120</sup> Molera, J., M. Vendresll-Saz, M. García-Valles y T. Pradell (1997) “Technology and colour development of Hispano-Moresque lead-glazed pottery”. *Archaeometry* 39: 23-39

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	213/807



Horno	Localización	Descripción	Susceptibilidad magnética	Comentarios
A	1	Revestimiento, oeste, centro	591	Revestimiento de arcilla, semi-vitrificado 5-10 cm de grosor
A	2	Revestimiento, este, centro	579	Revestimiento de arcilla, semi-vitrificado 5-10 cm de grosor
B	1	Revestimiento superior	200+	Lecturas difíciles de obtener, pero en torno a ~200
C	1	Zonas de revestimiento vitrificado en la chimenea	394	Revestimiento asociado a la chimenea (¿?) vitrificación severa
C	3	Revestimiento superior	487	Revestimiento
C	4	Segunda cámara	503	Revestimiento asociado a la chimenea (¿?) vitrificación severa
C	5	Segunda cámara	184	Segunda cámara
D	1	Este, revestimiento de la cámara principal	367	Revestimiento
D	2	Oeste, revestimiento de la cámara principal	204	¿Chimenea?
E	1	Revestimiento de la cámara principal	442	Revestimiento vitrificado
E	2	Revestimiento de la cámara principal	402	Revestimiento vitrificado
F	1	Chimenea	546	
G	1	Revestimiento	221	Horno muy estéril; pérdida de la mayor parte del revestimiento

Tabla 4. 3. Lecturas de susceptibilidad magnética de los hornos sujetos a prospección.



Los resultados obtenidos en la prospección geoquímica y geofísica de la zona de El Secano coinciden con la existencia de actividades pirotecnológicas en este sector de la Alhambra. Si bien no fue posible confirmar ni refutar la presencia de estructuras pirotecnológicas más allá de las ya conocidas, el área presentaba abundantes zonas con altas señales magnéticas, que es probable que se relacionen con el desarrollo de actividades pirotecnológicas. Las abundantes perturbaciones sufridas por el sector de El Secano impiden un mayor grado de precisión.

Las dos campañas de excavación que siguieron a la prospección se planificaron en atención a los resultados de ésta. El llamado Sondeo 1 se situaba al norte del camino peatonal de acceso de los visitantes (que se corresponde con la vía histórica conocida en la documentación de archivo como Calle Real), ubicándose el Sondeo 2 al sur de la misma (ver Figura 4.56). Se esperaba que esta estrategia permitiese obtener datos arqueológicos fiables de las estructuras pirotecnológicas que afloran en ambas zonas así como tratar de caracterizar el sector que media entre ambos, y que aún permanecía casi enteramente inexplorado.

Es preciso apuntar diversos condicionantes que marcaron el proceso de excavación y sus resultados. Primero, la propia naturaleza de las actividades pirotecnológicas investigadas resulta a veces en la destrucción de los restos de actividades anteriores. Es común que, una vez que han llegado al final de su vida útil, los hornos se demuelan y vuelvan a construir, si bien es frecuente que la reconstrucción se inicie con la excavación del terreno circundante, y la consiguiente eliminación de estructuras anteriores, ya que no es raro que esta excavación (que permite el semi-soterramiento de los hornos con vistas a mantener la temperatura de los mismos) alcance el sustrato geológico. Esto da lugar en muchos casos a una secuencia estratigráfica inversa, en la que los restos más recientes son aquellos que se encuentran a una mayor profundidad. Por otro lado, hemos de nuevo de recordar los dañinos resultados de la agresiva estrategia de excavación y restauración adoptada por Francisco Prieto Moreno, a la sazón director del conjunto, en la década de los 70 del siglo XX. Esto incluyó la destrucción, sin que mediara registro, de numerosos niveles arqueológicos, y la ocultación de estructuras con reconstrucciones de fiabilidad dudosa. En este sentido, como hemos podido comprobar con la excavación, los

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	215/807



estratos de abandono fueron completamente suprimidos, como lo fueron muchos más depósitos inferiores, a veces hasta alcanzarse el sustrato geológico. La zona fue posteriormente rellenada con sedimentos contemporáneos, con excepción de los hornos, que fueron completamente vaciados sin que esta excavación se acompañase de forma de registro alguno.

De los dos sondeos, era el Sondeo 1 el que permitía tener más esperanzas de éxito, dada la mayor profundidad de la estratigrafía. El Sondeo 2, por su parte, estaba prácticamente exento de sedimentos arqueológicos, y el sustrato geológico afloraba en diversos puntos.

La zona elegida para el Sondeo 1 se caracterizaba por la alta densidad en estructuras de carácter industrial, quedando la zona de excavación delimitada al oeste por los hornos C, D1 y D2, y al este por el horno E. Al sur, la zona de excavación se vio delimitada desde prácticamente el inicio de la misma por una contundente estructura construida con grandes bloques de piedra sin trabajar, cosidas con mortero. Al norte, la zona de excavación se veía más o menos definida por un suelo de baldosas de barro que parecían conformar una antesala al horno C.

La mayor parte de los restos identificados en el Sondeo 1 están fechados en la Edad Moderna, correspondiéndose como venimos viendo con hornos de producción cerámica. Casi todos ellos están contruidos en base a cortes realizados en la roca madre, con lo que posibles restos anteriores quedaron así suprimidos. En cualquier caso, como vamos a ver a continuación, la función de este sector como zona de taller parece mantenerse, si bien no es posible apreciar si en el tránsito entre la Edad Media y la Edad Moderna se produjeron modificaciones en la distribución o dimensiones de dicha área fabril, por la ausencia prácticamente total de restos medievales.

De las dos estructuras más destacadas, el D1 (ver Figura 4. 57), situado más al sur, estaba relativamente bien conservado, si bien sus estructuras originales se encuentran oscurecidas por la agresiva restauración/reconstrucción de Prieto Moreno. Se asienta sobre el horno medieval D2 (ver más abajo) y sobre un estrato de desecho

fechado en el siglo XVI<sup>121</sup>. El situado más al norte (horno C) presentaba una forma clásica en “ojo de cerradura” bastante acusada, siendo el de mayores dimensiones en toda la zona. Estaba semiexcavado en la roca, desarrollándose verticalmente desde estos niveles inferiores, siendo posible apreciar aún los arcos que sostenían su bóveda. En los restos paramentales se apreciaban indicios claros de una primera bóveda, que denota al menos una reconstrucción de la cubierta y una vida útil relativamente larga. En el área de acceso a la zona de cenicero (la galería que conducía a la cámara de cocido), frente al mismo, se abría una zona de tránsito construida con baldosas de barro regularmente dispuestas, siendo esta una de las estructuras mejor conservadas de todas las identificadas durante la intervención.

En lo que se refiere a los niveles de cronología medieval (ver Figura 4.58), los únicos restos que pudieron ser identificados con cierta claridad son los correspondientes al horno D2, así como varios muros que han sido tentativamente interpretados como los cerramientos del taller. El horno, del que sólo resulta visible la cámara circular (el resto está cubierto por el horno D1 y las reconstrucciones de Prieto Moreno)<sup>122</sup>, estaba como el resto de hornos de la zona construido con ladrillo, pareciendo estar alineado con las estructuras lineales que parecían cerrar el taller al este, que consisten en un muro también de ladrillo, alzado sobre una zapata de mampostería, del que se conservaban varias hiladas (ver Figura 4.58). El interior de la cámara del horno, sin embargo, conservaba indicios inequívocos del uso del mismo para la producción de vidriados, en concreto una torta que recubría parcialmente el flanco occidental de la misma. Esta torta incluso incluía una gota de vidrio solidificada justo antes de desprenderse, que fue muestreada para su análisis (ver Figura 4. 59).

<sup>121</sup> Peregrina Sánchez, María José. 2018. *Cerámica en los alfares de la Alhambra. Una aproximación desde los materiales cerámicos procedentes de la excavación “Secano de la Alhambra”* 3. Tesis de máster inédita. Universidad de Granada.

<sup>122</sup> De hecho, una de las reconstrucciones parece reflejar una confusión del arquitecto a la hora de leer los paramentos de este horno medieval. Durante sus excavaciones, parece haberse topado con uno de los bancos de trabajo del horno medieval, confundiendo con un muro truncado, que procedió en su reconstrucción a desarrollar verticalmente, lo que dificulta sobremanera la lectura de las estructuras tanto para arqueólogos como para los visitantes del conjunto. La resolución con la que la Dirección General de Bienes Culturales de la Consejería de Cultura y Deportes de la Junta de Andalucía autorizó la intervención que estamos explicando incluía el desmantelamiento parcial de estas reconstrucciones, con el propósito de poder acceder a niveles arqueológicamente menos alterados, pero el Servicio de Investigación y Difusión del Patronato de la Alhambra y el Generalife consideró desaconsejable dar ese paso, al formar las estructuras parte de la “imagen consolidada del monumento”

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	217/807



Además de la identificación de paramentos y del examen de las únicas unidades estratigráficas que habían quedado a salvo de la agresiva intervención de Prieto Moreno gracias a que se encontraban cubiertas por el vértice nororiental del horno D1, y que permitieron confirmar la cronología medieval del horno D2<sup>123</sup>, decidimos llevar la estrategia de muestreo por pXRF (ver más arriba) al proceso de excavación<sup>124</sup>. Así, el escaso relleno que seguía existiendo en el interior del horno fue excavado en capas de 1 cm de espesor, tomándose diversas lecturas del terreno (“soil mode”, siguiendo una cuadrícula de 10 x 10 cm) antes y después de la retirada de cada capa, lo que permitía hacer una caracterización geoquímica en 3D de los elementos metálicos presentes en los rellenos. Aunque los resultados no permiten hacer inferencia alguna sobre los rellenos, que son de naturaleza contemporánea (posiblemente el resultado de aportes eólicos o de la erosión de las propias paredes del horno y de las reconstrucciones) la estructuración de las concentraciones puede contribuir a la caracterización de la estructura (ver Figura 4.60).

Como puede verse en las ilustraciones, los rellenos situados en el extremo sur del interior del horno presentan unas altísimas concentraciones de plomo. El hecho de que los resultados se repitan capa por capa permite asegurar con bastante certidumbre que estos no son producto de errores analíticos. Los resultados referentes al manganeso también están claramente estructurados, tendiendo a acumularse especialmente en torno a la zona noroeste de la cámara, en las cercanías de un depósito donde se halló una acumulación de materiales de desecho que incluían bastante cerámica vidriada. Nuestra interpretación de esta distribución de elementos polucionantes es que, tras haber quedado expuestas las estructuras del horno con las intervenciones desarrolladas en los años 70, los materiales metálicos adheridos por contacto o volatilización a las paredes internas del mismo han ido filtrándose en los rellenos junto con el agua de lluvia, quedando firmemente implantados en ellos, y

<sup>123</sup> Peregrina Sánchez, María José. 2018. *Cerámica en los alfares de la Alhambra. Una aproximación desde los materiales cerámicos procedentes de la excavación “Secano de la Alhambra”* 3. Tesis de máster inédita. Universidad de Granada. Esta unidad no pudo identificarse en horizontal por esta misma circunstancia, lo que subraya la necesidad de adoptar esta interpretación sólo con gran cautela.

<sup>124</sup> El diseño y ejecución de esta fase de los trabajos correspondió a la Dra. Chloe Duckworth (Newcastle University).

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	218/807





confirmando, una vez más, el uso de este horno para la producción de vedrios y, potencialmente, vidrio.

Aunque, desafortunadamente, en este caso no pudimos aplicar la técnica sobre rellenos arqueológicamente vírgenes, la prueba piloto demostró la eficacia potencial del procedimiento para la caracterización de estructuras pirotecnológicas amén de informar a los responsables del proyecto de potenciales riesgos de seguridad y salud entre los excavadores y los visitantes, porque los rellenos excavados demostraron contener cantidades potencialmente peligrosas de metales como el plomo y el arsénico (a veces por encima de los 30000 ppm), aconsejando el uso de máscaras y el regado de los sondeos para evitar que estos metales estuviesen en suspensión con el polvo levantado.

Con respecto a los hallazgos muebles identificados durante la excavación<sup>125</sup>, aparte de las tipologías cerámicas empleadas para la datación de las distintas unidades, pudo identificarse un total de 348 fragmentos de producción de vidrio, siendo especialmente numerosas las escorias y los fragmentos de vidrio fundido adosados a crisoles durante su fusión. Estos materiales aparecieron fundamentalmente a durante la campaña de 2016 en el Sondeo 1, y en su mayoría parecen estar asociadas a periodos posteriores al final de la época nazarí, muy posiblemente la preparación de los vidriados cerámicos. No obstante, también pudieron identificarse varios fragmentos asociados al soplado del vidrio, tales como gotas (ver Figura 4. 61), que por el estado de degradación de la superficie pueden estar fechados en época nazarí. Especialmente significativo es un fragmento encontrado en asociación con un panel de ventana y varios fragmentos cuya tipología no está clara pero que parece remitir al periodo andalusí.

Además de esto, fueron encontradas diversas piezas terminadas cuya tipología también remite a la época nazarí, incluyendo tres fragmentos de pulseras, que aparecieron empero en contextos superficiales junto con otros objetos más recientes (ver Figura 4.62). Estas pulseras cuentan con numerosos paralelos en la Alhambra<sup>126</sup>,

<sup>125</sup> Los hallazgos de vidrio fueron analizados de forma pormenorizada por la Dra. Almudena Velo Gala.

<sup>126</sup> Marineto, P. y I. Cambil. 2006. "Catálogo. Vidrio decorado con aplicaciones, nº 73-74". En E Rontomé (ed) *Vidrio islámico en al-Andalus*. Cuenca: Real Fábrica de Cristales de la Granja: 139; Cambil, I. 2016. *El*

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	219/807



habiendo sido identificadas en otros muchos contextos andalusíes<sup>127</sup>. También en la categoría de objetos de adorno se incluye un fragmento de una figura zoomorfa maciza que parece representar una gacela (ver Figura 4.63). El cuello está formado por dos hilos opacos entrelazados, uno negro y otro blanco, y la cabeza se ha elaborado mediante la aplicación de pequeñas porciones de vidrio fundido. La tipología es claramente nazarí, recordando poderosamente la cabeza de roedor encontrada durante las excavaciones del taller murciano de Puxmarina<sup>128</sup>.

Además de esto fueron encontrados fragmentos de una posible jarrita o ungüentario de forma piriforme de vidrio rojo opaco, que también tiene paralelos en la Alhambra y que posiblemente tenía un uso cosmético<sup>129</sup>. Aunque se ha argumentado que este tipo de piezas de vidrio rojo opaco entran en los repertorios andalusíes en los siglos XIV y XV<sup>130</sup>, lo cierto es que su aparición en el Mediterráneo oriental puede remontarse al siglo XIII, con ejemplos que presentan las mismas vetas blancas que el ejemplar hallado durante la excavación<sup>131</sup>. Además, cuatro fragmentos pertenecientes a un mismo recipiente soplado a molde, también un ungüentario, fueron hallados en 2017 en el Sondeo 2, en un contexto cerrado fechado gracias a la cerámica en época nazarí (ver Figura 4.64)<sup>132</sup>. No han sido hallados paralelos en la Alhambra o en otros contextos de estas mismas cronologías.

Las excavaciones también tuvieron como resultado el hallazgo de varias piezas de vidrio arquitectónico, en concreto dos fragmentos planos empleados para el cierre

---

*vidrio en la Alhambra. Desde el periodo nazarí hasta el siglo XVII.* Granada: Patronato de la Alhambra y el Generalife: 100-28.

<sup>127</sup> E. g. Malalana, A. y O. Lora. 2013. "Catálogo de un ajuar de brazaletes de vidrio de época nazarí (siglo XIII) perteneciente a los conjuntos funerarios de la calle Mendivil (Málaga)." *Revista Portuguesa de Arqueología* 17: 245-61.

<sup>128</sup> Jiménez, P., J. Navarro y J. Thiriot. 1998. "Taller de vidrio y casas Andalusíes en Murcia. La excavación arqueológica del Casón de Puxmarina". *Memorias de Arqueología* 13: 454.

<sup>129</sup> Melero, M. 1988. "Análisis tipológico del vidrio nazarí de la Alhambra". En *Estudios dedicados a D. Jesús Bermúdez Pareja*. Granada: Asociación Cultural de Amigos del Museo Hispanomusulmán; Marineto, P. y I. Cambil. 2006. "Catálogo. Vidrio decorado con aplicaciones". En E. Rontomé (ed) *Vidrio islámico en al-Andalus*. Cuenca: Real Fábrica de Cristales de la Granja: 139; Cambil, I. 2016. *El vidrio en la Alhambra. Desde el periodo nazarí hasta el siglo XVII*. Granada: Patronato de la Alhambra y el Generalife: 69.

<sup>130</sup> Zozaya, J. 2000. "Algunas sugerencias sobre el estudio del vidrio en al-Andalus". En P. Cressier (ed) *El vidrio en al-Andalus*. Madrid: Casa de Velázquez: 79.

<sup>131</sup> Brosch, N. 2004. "Red glass vessels from Jerusalem". *Orient: Report of the Society of Near Eastern Studies in Japan* 39: 52-68.

<sup>132</sup> Para varios ejemplos de moldes de vidrio identificados en contextos medievales islámicos ver Whitehouse, D. 1993. "Three Islamic moulds". *Journal of Glass Studies* 35: 149-53.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	220/807



de vanos (ver Figura 4.65). El mayor de ellos se corresponde con el borde de un panel de ventana de vidrio incoloro elaborado por soplado en corona, con un espesor que oscila entre los 0,94 y los 2,05 mm. A juzgar por la curvatura del fragmento, la pieza completa debía rondar los 25 cm de diámetro. El segundo fragmento fue identificado en el Sondeo 2 en un contexto cerrado de fecha nazarí. Es de vidrio azul, y es posible que se obtuviera mediante el corte de un panel circular soplado en corona. Apenas tiene 3,3 cm de altura por 1,8 cm de anchura, y un grosor que oscila entre los 2,1 y los 2,3 mm, y es posible que sea un fragmento de una estrella de ocho puntas, siendo instalada en un pequeño marco de madera o plomo, junto con otras piezas de distintos colores para crear vistosos diseños. Existen numerosísimos paralelos en la Alhambra, donde se han identificado más de 1200 fragmentos similares, aunque la procedencia de la mayoría es desconocida<sup>133</sup>. Este tipo de diseños comenzó a ser producido en Granada durante el reinado de Muhammad V, e incluye vidrios de colores diversos (blanco, azul, verde, amarillo y rojo). Muchos fragmentos similares han sido identificados tanto en el mirador de Lindaraja como en el Palacio de los Aljares<sup>134</sup>.

En lo que se refiere al Sondeo 2, como decimos éste se caracterizaba por su escasa potencia estratigráfica. No obstante, la excavación permitió la identificación de una unidad doméstica de época nazarí y un horno de cámara rectangular de época moderna (dados los niveles de estroncio detectados en esta estructura, llegamos a la conclusión de que, al menos en la época final de su uso, fue empleado como calera) que era la estructura más tardía de todo el sondeo, aunque la cerámica encontrada en su excavación no fue lo suficientemente diagnóstica como para arriesgar una cronología más precisa (ver Figura 4.66).

### Conclusiones

The evolution and production of much of Islamic art, particularly the types of ceramics and glass considered here, can be linked with the

<sup>133</sup> Cambil, I. 2016. *El vidrio en la Alhambra. Desde el periodo nazarí hasta el siglo XVII*. Granada: Patronato de la Alhambra y el Generalife: 41.

<sup>134</sup> Fernández-Puertas, A. 2009. "Mirador de la Qubba Mayor (Lindaraja). Armadura apeinazada de cintas con vidrios de colores". *Archivo Español de Arte* 82: 327-54.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	221/807



rise of great urban centres. These cities – Baghdad, Cairo, Córdoba, Damascus, Samarqand, Istanbul, to name just a few – each represented a confluence of power (both secular and religious), affluence, and commercial activity<sup>135</sup>.

¿Qué inferencias podemos hacer de estos resultados? En esta sección vamos a examinar la estructura y ubicación de estas zonas de producción desde una escala más reducida hacia una más amplia, analizando primero la estructura de los hornos, para después tratar de extraer conclusiones acerca de la distribución interna de los talleres, cuando esto es posible, y finalmente examinar la posición de estos mismos talleres en las tramas urbanas en las que fueron hallados.

Desde el punto de vista estructural, vamos a encontrar cierta variabilidad, si bien es posible argumentar que esta se deriva, fundamentalmente, de los resultados de las excavaciones en Murcia. Por un lado, vamos a encontrar diversos hornos que responden, al menos de acuerdo con los restos conservados, al modelo de horno meridional del que hacíamos mención más arriba, y que es también el que parece colegirse de las descripciones que aparecen en las fuentes escritas, las ilustraciones, y otros ejemplos más o menos coetáneos, como el de Monte Lecco, Cadrix, o al-Mansuriyya.

Así, asumiendo que nuestra interpretación acerca de la posición de la cámara de templado es correcta, el horno de distribución vertical aparece en Pza. Belluga (Murcia), c/Fernando IV (Jaén) y c/Cerrojo (Málaga), y posiblemente también c/Matahacas (Sevilla) y la Alhambra (Granada). Entre estos, el único que puede decirse que presente una distribución atípica es el de Pza. Belluga, pero esto es el resultado de su uso como horno de producción primaria, además de horno de soplado; al estar la cubeta de fusión primaria, situada en la zona central, la cámara de combustión ha necesariamente de desplazarse, con lo que en este caso podemos hablar de una distribución mixta.


<sup>135</sup> Komaroff, L. 2004. "Color, Precious Metal, and Fire: Islamic Ceramics and Glass" En C. Hess (ed) *The Arts of Fire. Islamic Influences on Glass and Ceramics of the Italian Renaissance*. Los Angeles: The J. Paul Getty Museum: 50.

Las excepciones más notables a esta pauta son sin duda las encontradas en el horno del Casón de Puxmarina de Murcia. En este caso, los hornos 1, 2 y 3, como decíamos más arriba, resultan de lectura incierta. Para empezar, parecen tener una estructura más lineal que la de los típicos hornos en “ojo de cerradura” y, quizás de forma más llamativa, resulta difícil inferir la posición de la cámara de templado. En este caso, la respuesta puede hallarse en la propia naturaleza del taller, que analizaremos más abajo en mayor grado de detalle. Si la interpretación que se hace del horno número 5 como un horno destinado al templado es la correcta, esto explicaría la ausencia de esta cámara en los hornos dedicados al soplado, aunque ha de admitirse la falta de paralelos para esta práctica (si bien el número de zonas de producción conocida para hacer la comparación no es lo bastante amplia como para que este argumento permita descartar la posibilidad de forma taxativa).

También se separa de esta pauta el horno identificado en Pechina, pero esto parece responder al hecho de que no parece tratarse de un horno de soplado, que era el modelo que caracterizó Charleston, sino que posiblemente se trate de un horno dedicado en exclusiva a la producción de frita. Aunque carezcamos de ningún ejemplo procedente de la Península Ibérica, si contamos con evidencias escritas de que en la primera mitad del siglo XIV los vidrieros en la zona de Valdesa (Italia) se especializaron en la producción de frita, que posteriormente surtían a otros hornos para la producción del vidrio final; es justo comentar, de cualquier forma, que esto se produce en una zona y periodo con gran densidad de manufacturas de vidrio en la que la producción se encontraba muy jerarquizada<sup>136</sup>. No es descabellado, por otra parte, habida cuenta la naturaleza del yacimiento en el que se encontró el horno y, sobre todo, su cronología, que la producción de la frita resultase un conocimiento especializado si nuestra premisa de que el proceso de “fritting” se inicia con la adopción de fundentes vegetales es correcta, esta sería aún una técnica muy reciente cuando se construyó el horno de Pechina, que quizás incluso requeriría la importación de técnicos orientales (lo que le resultaría más fácil a una ciudad como Baÿyāna, que disfrutaba de importantes lazos comerciales mediterráneos).

<sup>136</sup> Foy, D. 2000. “Les indices d’une production de verre: repérages et interprétations”. En P. Cressier (ed) *El vidrio en al-Andalus*. Madrid: Casa de Velázquez: 37.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	223/807



Por otro lado, el horno excavado en la unidad urbanística UE-14 (Málaga) ofrece pocas pistas a la interpretación, ya que sólo han podido constatare las unidades negativas sobre las que, presumiblemente, se alzó la superestructura. De cualquier manera, en planta, el horno responde, de forma más o menos fiel, a la estructura en “ojo de cerradura”, con lo que su morfología no debió de ser en exceso anómala. Finalmente, el horno de c/Sagasta (Murcia), resulta considerablemente atípico, pero esto puede asociarse a su posible uso como horno para la aplicación de vedrios en las cerámicas producidas en el otro horno con el que comparte taller.

De este modo, de la estructura de los hornos podemos deducir que el modelo de división de los hornos de soplado en tres cámaras (combustión, soplado y templado) parece haber estado bien extendido, e incluso puede decirse que se hallaba generalizado en el sur de la Península Ibérica. No obstante, los artesanos del vidrio parecen haber sido capaces de adaptar la estructura de sus hornos a las condiciones específicas en las que se desarrollaba la producción, adoptando una solución imaginativa, como sería la de la centralización del templado en un taller cuya producción hubo de ser considerable, en un solo horno. Lo más interesante de esta circunstancia sería el uso de una parrilla para separar la cámara de templado de la de combustión. El uso de parrillas en los testares resulta frecuente, especialmente en las regiones Mediterráneas<sup>137</sup>, pero no existen otros ejemplos del uso de este tipo de estructura en hornos de vidrio, sean de soplado o de templado. De cualquier forma, es necesario recordar que, como consecuencia de su estado de conservación, la mayor parte de ejemplos arqueológicos de hornos de vidrio conocidos apenas se conservan al nivel de la planta, con lo que no tenemos indicios siquiera circunstanciales de cómo se estructurarían las cámaras de templado y cuál sería su forma de comunicación con la cámara de combustión. Esto le proporciona al posible horno de templado de Puxmarina un especial interés, si bien el carácter ciertamente atípico del taller en el que se halló hace necesario adoptar todas las precauciones posibles en las extrapolaciones. No obstante, no huelga mencionar que, por poco elocuentes que estas sean en este aspecto, las ilustraciones que poseemos de hornos de vidrio de

<sup>137</sup> Coll, J. y A. García Porras. 2010. “Tipología, cronología y producción de los hornos cerámicos de al-Andalus”. <http://www.arqueologiamedieval.com/articulos/125/tipologia-cronologia-y-produccion-de-los-hornos-ceramicos-en-al-andalus>.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	224/807



época medieval (hemos visto algunos ejemplos más arriba), no contradicen la posibilidad de que los hornos de templado fuesen equipados con una parrilla. Por otro lado, la ausencia de menciones a otras parrillas puede deberse al hecho de que estas estaban generalmente construidas en ladrillo o adobe, los materiales más frecuentes en la estructura de los hornos de vidrio que venimos describiendo, lo que puede explicar que su uso como elemento estructural de la parrilla haya pasado desapercibido a los excavadores.

Otro aspecto que quizás merezca la pena destacar es el de los materiales de construcción empleados para la erección de estos hornos. Si en época tardoantigua y altomedieval veíamos como la reutilización de material constructivo canibalizado era prácticamente la norma (ver Capítulo 2), en época medieval plena y tardía el uso de materiales nuevos es mucho más frecuente, más allá del uso ocasional de materiales resultantes de la demolición de hornos anteriores o incluso fragmentos de crisoles para aumentar el carácter refractario de las cámaras, como en Puxmarina. Así, el uso de ladrillos o adobes sin cocer está constatado en Pechina, c/Matahacas, Puxmarina, Pza. Belluga, c/Sagasta, c/Cerrojo, Can Burgos (Mallorca), y la Alhambra.

Esta circunstancia debe sin duda asociarse a las distintas condiciones urbanísticas que imperan en los dos periodos que estamos considerando. Por un lado, tenemos los hornos tardoantiguos y altomedievales, sumidos en un proceso de reconfiguración no sólo de la trama urbana, sino del propio concepto de ciudad, caracterizado por la amortización de una gran cantidad de edificaciones cuyos materiales estarían a la disposición de los constructores (ver Capítulo 2). Las ciudades peninsulares entre los siglos IX y XV no van a atravesar en ningún caso un proceso comparable. De hecho, algunas de ellas son ciudades cuya fundación en la fecha en la que se produjo la construcción de estos hornos puede calificarse de relativamente reciente, como por ejemplo, Murcia (fundada en época califal), Granada o las mismas Alhambra y Madīnat al-Zahrā. Parece por tanto lógico que la reutilización de materiales constructivos resultase menos frecuente, al no existir tantas “canteras construidas” como en aquellas ciudades que, entre los siglos IV (antes incluso en el caso de Cartagena) y VIII, estaban readaptándose tras el fin de las actividades que suelen asociarse con el paradigma de ciudad clásica, como Cartagena o Ávila.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	225/807





Por otro lado, y como parece además razonable a tenor de lo dicho, las dimensiones de estos hornos también varían de forma considerable, yendo desde hornos muy pequeños, sin duda orientados a satisfacer una demanda local, como los de c/Matahacas en Sevilla y unidad urbanística UE-14 de Málaga, hasta el horno de Pza. Belluga, capaz de combinar la producción primaria con el trabajo simultáneo de casi diez puestos de trabajo.

Es difícil precisar hasta qué punto esta estructura tripartita supone una gran transformación con respecto al periodo romano, ya que como afirmábamos en el Capítulo 2, nuestro conocimiento acerca de la morfología de los hornos romanos de vidrio es limitada (más incluso que la de los hornos medievales). En todo caso, los hornos romanos, cualquiera que fuera la distribución de elementos, no debían de diferir en exceso de los posteriores, porque la necesidad de templado de los objetos de vidrio terminado eran idénticas en los dos periodos, a no ser que se empleasen hornos exclusivos para esta tarea, lo que parece poco probable (recordemos que el único ejemplo más o menos plausible de esta posible práctica lo encontramos en el taller de Puxmarina). Recordemos, así, las representaciones medievales de hornos de vidrio, que no difieren en exceso de las famosas lucernas romanas que constituyen la más precoz representación de sopladores trabajando en su taller. Se han identificado tres de ellas, en Spodnje Škofije (Eslovenia), Ferrara (Italia) y Assera (Croacia), estando fechadas a finales del siglo I d. C. Si bien las tres parecen haber sido producidas con el mismo molde, teniendo idéntica composición, la escena representada resulta especialmente nítida en la primera de ellas (ver Figura 4.67).

En esta escena, tras el soplador (a la derecha) y lo que parece ser su asistente (a la izquierda), podemos ver el horno, que parece estar dividido en dos secciones con dos aberturas independientes. La apertura superior es el ventanuco a través del cual el soplador accede al crisol y la inferior aquella que permite el ingreso del combustible. A izquierda y derecha de la ventana de soplado parece haber dos superficies horizontales, que quizás representen las empleadas por el soplador para ayudarse a hacer girar la caña durante el soplado<sup>138</sup>.

<sup>138</sup> Lazar, I. 2006. "An oil lamp from Slovenia depicting a Roman glass furnace". *Vjesnik za arheologiju i povijest dalmatinsku* 99: 227-34.

Al contrario que en las representaciones iconográficas que veíamos al principio del capítulo, no existe en esta ilustración indicación de la posición de la cámara de templado<sup>139</sup>. También es cierto que el medio en el que se representa el horno resulta mucho más limitado, resultando muy difícil hacer una representación veraz. No parece, de cualquier manera, en base a esta representación y los escasos restos conocidos, que la estructura de los hornos de vidrio experimentasen una transformación radical en el tránsito entre la época romana y el medievo, independientemente de que la distribución de las distintas cámaras pudiese variar ligeramente, como por ejemplo entre los hornos de distribución vertical y horizontal. De igual modo, no parece existir una diferenciación morfológica evidente entre los primeros y los últimos siglos de la Edad Media, sino que la estructura básica se mantiene de forma bastante estable, aunque se utilicen distintos materiales de construcción. La selección de estas, más que una cuestión derivada del diseño, dependería de los materiales disponibles a nivel local. De igual manera, las representaciones iconográficas a las que hicimos mención al principio del capítulo, a pesar de las lógicas diferencias estilísticas existentes entre ambos documentos, también parecen ofrecer confirmación a esta estabilidad en la estructura de los hornos de producción de vidrio durante la Edad Media. En el Capítulo 5 tendremos ocasión de ver cómo las fuentes escritas también reflejan esta regularidad en la estructura básica de los hornos de vidrio.

En lo que se refiere a los talleres, nuestra información es mucho más escasa, porque la mayor parte de los ejemplos excavados se han encontrado en contextos urbanos densamente contruidos, con lo que casi siempre las intrusiones posteriores han eliminado la mayor parte de los restos, y no es posible hacer inferencias de gran calado.

Podemos hacer una excepción con la asociación de algunos de estos hornos con otros de producción cerámica, que podemos encontrar en el horno de Pechina y c/Cerrojo, u otros en los que no termina de estar claro, con los datos disponibles, si el horno se dedicaba a la producción de vedrios cerámicos o de vidrio, como en c/Sagasta

<sup>139</sup> Baldoni, D. 1987. "Una lucerna romana con raffigurazione di officina vetraria: alcune considerazioni sulla lavorazione del vetro soffiato nell'antichità". *Journal of Glass Studies* 29: 26.

(donde el horno se integraba con un testar en el mismo espacio), o en la Alhambra (donde el horno aparece rodeado de hornos cerámicos, de fecha posiblemente posterior, pero cuyas reconstrucciones parecen indicar una continuidad en la producción desde periodos anteriores). Más adelante seguiremos haciendo conexiones en este sentido. Por otra parte, si la interpretación que hemos hecho a los resultados de la prospección llevada a cabo en Madīnat al-Zahrā son correctas, es posible plantear como hipótesis la posibilidad de que los talleres de producción de vidrio y los de producción del tipo cerámico “verde y manganeso”, hayan estado en asociación directa.

Resulta por otro lado llamativa la secuencia constructiva que se desarrolla en torno al horno de Pechina, sobre todo por la peculiar posición de la ciudad de Baġġāna en el mapa geopolítico del al-Andalus temprano. Durante el emirato y hasta la fundación de Almería al principio de califato, Baġġāna mantuvo una posición política de semi-autonomía. Según las fuentes, la ciudad era un asentamiento costero fundado por una confederación de “marineros” yemeníes y árabes cuya orientación era eminentemente mediterránea.<sup>140</sup> Es por el hecho de que los contactos entre esta “república de marineros” y el Mediterráneo fuesen tan estrechos, en una época tan crítica para la industria del vidrio, que la circunstancia de que los materiales extraídos en la excavación de Baġġāna se hallen perdidos resulte tan especialmente lamentable.

De acuerdo con la secuencia constructiva inferida por los excavadores de Pechina, las operaciones de ingreso de combustible en el horno debieron producirse en un ámbito de gran estrechez, y cabe pensar que esta sería no la excepción sino la norma, al menos en lo que se refiere a los pequeños talleres que operaban en solitario con un solo horno. Aunque en este caso nuestra evidencia es especialmente pobre, podemos volver a recurrir a las fuentes etnológicas, como las que describen el pequeño taller tradicional de Afganistán, en el que Robert Brill pudo ser testigo directo del trabajo de los vidrieros en un taller de pequeñísimo tamaño y que, sin embargo,

<sup>140</sup> Torres Balbás, L. 1957. “Crónica arqueológica de la España musulmana”. *Al-Andalus* XXII: 217-53; Guichard, P. 1979. “Animation maritime et développement urbain des côtes de l’Europe occidentale et du Languedoc au X<sup>e</sup> siècle” En A. Guerreau (ed) *Occident et Orient au X<sup>e</sup> siècle. Actes du IX<sup>e</sup> Congrès de la Société des Historiens Médiévistes de l’Enseignement Supérieur Public (Dijon, 2-4 Jun 1978)*. París: Société les Belles Lettres: 187-201; Acién, M., F. Castillo y R. Martínez. 1990. “Excavación de un barrio artesanal de Baġġāna (Pechina, Almería)”. *Archéologie islamique* 1: 147-168.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	228/807



bastaba para satisfacer la demanda local (a pesar de que los vidrieros sólo trabajaban entre tres y cuatro días a la semana). El horno de los vidrieros de Herat tenía, de acuerdo con su testimonio, una vida útil de unos dos años, pero estaba construido con piedras irregulares ligadas con barro, con lo que cabe suponer que hornos como la mayoría de los que hemos visto, contruidos de forma más firme, con ladrillos y adobes bien trabados, serían algo más duraderos, aunque ya hemos visto la frecuencia de las reconstrucciones y las reparaciones<sup>141</sup>.

Claros excepciones a esta norma son los talleres de c/Sagasta, c/Cerrojo y Puxmarina. Los dos primeros parecen explicarse por sí mismos; al tratarse de talleres en los que se trabajaba tanto el vidrio/vedrio como la cerámica, la necesidad de un espacio de trabajo de mayores dimensiones es fácil de entender, no ya por que hayan de combinarse dos hornos, sino porque los talleres de producción cerámica habían también de contar con instalaciones, como piletas, en las que depurar la arcilla y darle forma, si bien estas actividades no habían de desarrollarse necesariamente en la misma estancia.

El caso de Puxmarina es también claramente distinto al resto. No sólo destaca en cuanto a dimensiones y número de hornos, sino especialmente en lo que nos ocupa, por el hecho de contar con varios hornos de funcionalidad claramente distinta simultáneamente en operación, lo que parece indicar que el taller tenía un sistema de producción complejo y centralizado; la posibilidad de que el horno central sirviese como cámara de templado para los otros apunta en este mismo sentido, así como el hecho de que uno de los hornos parezca haberse dedicado, si no en exclusiva sí al menos de forma intensiva, a la producción de espejos o espejuelos para la decoración arquitectónica. Esto también apunta a un notable grado de especialización, toda vez que este tipo de producciones plantea unas exigencias técnicas y una demanda de materias primas altamente específicas. Más adelante trataremos de hacer una interpretación a esta estructura más compleja.

<sup>141</sup> Brill, R. 1979. "A small glass factory in Afghanistan". *Glass Art Society Journal* 1979: 26-27. Debe llamarse la atención sobre el hecho de que el horno visitado por Brill tenía una longitud de algo menos de dos metros, lo que lo asimila a muchos de los ejemplos arqueológicos que hemos venido describiendo, tanto en la Península Ibérica como en el resto del Mediterráneo, lo que sugiere que estas dimensiones deben aproximarse al tamaño óptimo para un pequeño horno orientado a satisfacer la demanda local.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	229/807



Pasando a la ubicación de estos talleres, es posible que podamos alcanzar alguna conclusión de mayor calado, al ubicarse estos, en su mayor parte, en tramas urbanas relativamente bien conocidas, al menos a grandes rasgos.

Lo primero que llama la atención acerca de la posición de estas zonas productivas es su variedad. Si bien varios de ellos pueden situarse en el extrarradio de las ciudades en las que se ubicaban (Av. Corregidor, c/Matahacas, c/Fernando IV, y Can Burgos), otros se localizaban en zonas suburbanas o de arrabal (Polígono Poniente, UE-14, c/Sagasta y c/Cerrojo) y algunos en posiciones muy centrales (Puxmarina, Pza. Belluga, c/Horno del Vidrio, Alhambra y la posible zona de producción en Madīnat al-Zahrā). Especialmente relevante en este aspecto son los talleres de Puxmarina y quizás también el de Pza. Belluga, la Alhambra y los posibles en Madīnat al-Zahrā. Los primeros, como decíamos en la descripción del taller, se encuentran en una posición privilegiada de la trama urbana, en las cercanías de la alcazaba y la mezquita aljama (ver Figura 4.17), en contraste con el taller, por ejemplo, de la c/Sagasta y todos aquellos identificados en su derredor, que se encuentran en una zona de arrabal, cerca del vértice occidental de la cerca urbana. El taller de la Alhambra, por su parte, se sitúa en el corazón de la misma, en cercanía directa de los palacios de la dinastía nazarí. En Madīnat al-Zahrā, por su parte (y siempre contando con que la evidencia que tenemos de la existencia de estos talleres resulta indirecta) parecen encontrarse en las inmediaciones de la posible mezquita detectada en la zona occidental y directamente al sureste del alcázar y la mezquita aljama.

Esto resulta llamativo, en tanto en cuanto se alza en contradicción directa con la tendencia a desterrar las zonas industriales al extrarradio de las ciudades en las interpretaciones. Esta tendencia se apoya fundamentalmente en la idea de la existencia de un modelo definido de “ciudad islámica”<sup>142</sup>. En este modelo, que como sabemos ha sido criticado ya por autores como Tim Insoll y Markus Milwright<sup>143</sup>, se

<sup>142</sup> Ejemplos clásicos de esta conceptualización y de las limitaciones que ofrece a la interpretación en de Epalza, M. 1991. “Espacios y sus funciones en la ciudad árabe”. En M. de Epalza (ed) *Simposio Internacional sobre la ciudad islámica. Ponencias y comunicaciones*. Zaragoza: Institución Fernando el Católico: 10; Souto Sala, J. A. 1995. “Las ciudades andalusíes: morfologías físicas”. En I. de la Iglesia Duarte (ed) *V Semana de Estudios Medievales. Nájera, 1 al 15 de agosto de 1994*. Nájera: Instituto de Estudios Riojanos: 143-66.

<sup>143</sup> Milwright, M. 2010. *An Introduction to Islamic Archaeology*. Edimburgo. Edinburgh University Press: 84; Insoll, T. 1999. *The Archaeology of Islam*. Oxford: Blackwell: 202-5

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	230/807



sostiene que las actividades productivas e industriales han de llevarse a cabo fuera de los límites urbanos, al tratarse de operaciones molestas para los residentes.<sup>144</sup> Este paradigma es excesivamente simplista, y se enfrenta a numerosos ejemplos contrarios incluso en las llamadas “zonas nucleares del Islam”, en el Próximo Oriente y el norte de África, que es precisamente donde se desarrollaron las líneas maestras del modelo convencional.

Como comentábamos al principio del capítulo, en la Península Ibérica es frecuente que se justifique esta idea haciendo alusión a los tratados de *hisba*, colecciones de *fatwā* emitidas por los *qadī* para la regulación de la vida urbana<sup>145</sup>. Sin embargo, es esta una circunstancia curiosa, dado que, de cuatro tratados de *hisba* andalusíes conocidos, dos, el de al-Ŷarsīfī, de época nazarí,<sup>146</sup> y la del malagueño al-Saqaṭī (s. XIV),<sup>147</sup> no mencionan las actividades industriales en ningún punto, mientras que las del sevillano Ibn ‘Abdūn (s. XII)<sup>148</sup> y la de ‘Abd al-Ra’ūf (s. IX)<sup>149</sup> indican que los talleres que resulten molestos deben sacarse al exterior de las ciudades. Por tanto, la implicación de estas regulaciones es que estos talleres se encontraban en el interior de las tramas urbanas<sup>150</sup>. No parece adecuado, a la vista de

<sup>144</sup> de Epalza, M. 1991. “Espacios y sus funciones en la ciudad árabe”. En M. de Epalza (ed) *Simposio Internacional sobre la ciudad islámica. Ponencias y comunicaciones*. Zaragoza: Institución Fernando el Católico: 13.

<sup>145</sup> Ver por ejemplo Acien, M. 1987. “Madīnat al-Zahrā en el urbanismo musulmán”. *Cuadernos de Madīnat al-Zahrā* 1: 24; Hernández Sousa, J. M. 2014. “El urbanismo islámico en la Sevilla medieval: transformaciones e impacto de los talleres alfareros. Una aproximación al estudio de los hornos cerámicos andalusíes”. *Revista de Historia Autónoma* 4: 67. Mikel de Epalza, en su artículo sobre urbanismo islámico en España escribía sin mayor matiz que: “En la sociedad islámica, como es sabido, todo es religioso” de Epalza, M. 1991. “Espacios y sus funciones en la ciudad árabe”. En M. de Epalza (ed) *Simposio Internacional sobre la ciudad islámica. Ponencias y comunicaciones*. Zaragoza: Institución Fernando el Católico: 17.

<sup>146</sup> Arieé, R. 1960. “Traduction annotée et commentée des traités de Hisba d’Ibn and al Rauf et de Umar al Garsifi”. *Hesperis Tamuda* 1: 5-37; 199-214; 349-86.

<sup>147</sup> Chalmeta, P. 1967. “El ‘Kitāb Fi Ādāb al-Hisba’ (Libro del buen gobierno del zoco) de al-Saqaṭī”. *Al-Andalus* 32: 152-62; Chalmeta, P. 1968. “El ‘Kitāb Fi Ādāb al-Hisba’ (Libro del buen gobierno del zoco) de al-Saqaṭī” (Conclusión). *Al-Andalus* 33: 410.

<sup>148</sup> Levi-Provençal, E., y E. García Gómez. 1992. *Sevilla a comienzos del siglo XII. El tratado de Ibn Habdun*. Sevilla: Ayuntamiento de Sevilla.

<sup>149</sup> Arieé, R. 1960. “Traduction annotée et commentée des traités de Hisba d’Ibn and al Rauf et de Umar al Garsifi”. *Hesperis Tamuda* 1: 5-37; 199-214; 349-86.

<sup>150</sup> Es interesante también una cita recogida por Castillo y Martínez de la traducción española del *Rawḍ al Qirṭas* de Ibn Abī Zar, que en su descripción de la ciudad de Fez dice lo siguiente: “en las afueras había 188 alfarerías; en las dos orillas del río grande [...] estaban las casas de los tintoreros y sus tiendas, las de los curtidores y sus tiendas, las de los jaboneros y vendedores de trigo, las de los carniceros, los hornos de pan, los destinados al tostado del cáñamo y los demás que necesitan agua”. (Traducción de Ambrosio Huici Miranda). Como vemos, la descripción justifica la posición de estas industrias (algunas de las cuales



las evidencias arqueológicas, emplear un par de textos poco concluyentes para excluir la posibilidad de que las instalaciones industriales pudieran situarse en zonas centrales de la trama urbana. Confundir legislación y práctica es un ejercicio arriesgado; supone ignorar el hecho de que las reglas pueden ser rotas o ignoradas, y de que a menudo lo son, y no tenemos datos con los que juzgar con cuánto rigor se aplicaban estas disposiciones legales. Esto resulta especialmente relevante cuando sabemos, por ejemplo, que el malagueño al-Saqaṭī, además de otros autores, se inspiró estrechamente para su compilación en la obra de *ḥisba* de Ibn Butlan (m. 1066), redactada para la ciudad de Bagdad<sup>151</sup>; cabe por tanto al menos preguntarse hasta qué punto estas obras se planteaban como un ejercicio teórico más que uno de naturaleza práctica. En cualquier caso, parece recomendable manejar los tratados de *ḥisba*, al menos en lo que se refiere a la interpretación de las prácticas sociales que les eran contemporáneas, con enorme precaución.<sup>152</sup>

No deja de ser cierto, no obstante, que la mayor parte de los hornos que ocupan posiciones urbanas centrales resultan un tanto atípicos, y que aquellos que hemos, tentativamente, interpretado como pequeños hornos privados destinados a satisfacer la demanda local se sitúan en las zonas de arrabal o directamente en la periferia de las ciudades. ¿Es posible encontrar una explicación a esta aparente regularidad?

Empezando, en orden cronológico, por Madīnat al-Zahrā (una vez más, asumiendo que nuestra interpretación de los resultados de la prospección es correcta), ya hemos hecho antes mención al papel destacado de la ciudad en la estructura política y simbólica del califato cordobés, y hemos subrayado el papel representativo que las cerámicas en “verde y manganeso” pudieron haber tenido en esta proyección. Por otro lado, también comentábamos la afinidad existente entre la composición de

---

hacen uso de hornos) en las afueras en la disponibilidad de agua, pero no se hace mención alguna al peligro de incendio. Castillo Galdeano, F. y R. Martínez Madrid. 2000. “Un taller de vidrio en Baḡyāna-Pechina (Almería)”. En P. Cressier (ed) *El vidrio en al-Andalus*. Madrid: Casa de Velázquez:86.

<sup>151</sup> Marín Guzmán, R. 2004. “Las fuentes árabes para la reconstrucción de la historia social de la España musulmana. Estudio y clasificación” *Estudios de Asia y África* 39: 547.

<sup>152</sup> Govantes-Edwards, D. y C. Duckworth. En prensa. “Revisiting ‘al-Mulk’: power, crafts and the palatine city of Madinat al-Zahra”. En A. García Porras y L. Martín Ramos (eds) *Actas del Congreso Manifestaciones materiales del poder en al-Andalus*. Granada: Editorial Universidad de Granada.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	232/807





los vedrios “verde y manganeso” y los vidrios procedentes de Madīnat al-Zahrā analizados hasta la fecha, a los que regresaremos con más detalle en el Capítulo 6.

Es preciso, además, recordar en este punto que las fuentes escritas nos indican que la transferencia administrativa y política que supuso la adopción de Madīnat al-Zahrā como capital del califato también se extendió, al menos en lo que se refiere a ciertas actividades de prestigio, al apartado productivo. Ibn Khaldun y al-Maqqari afirman que con el cambio de capitalidad, la principal ceca de al-Andalus fue trasladada a Madīnat al-Zahrā<sup>153</sup>, donde se emitieron millones de dirhems de plata, además de talleres de orfebrería y las armerías reales.

Es la ceca, sin embargo, la que puede ofrecer la clave de la explicación. Como ya hemos visto en el Capítulo 3 y al principio de este mismo capítulo, las producciones de vidrio y vedrio de Madīnat al-Zahrā hacían un uso muy abundante de plomo y tenemos indicios, claros aunque indirectos, de que este plomo podía ser el resultado de los procesos de copelación a los que se sometía la galena para la extracción de la plata, con anterioridad a su acuñación.

Las principales vetas de plata y plomo del sur de la Península Ibérica se encuentran en los sectores septentrionales de Sierra Morena, cerca de Córdoba. Estas minas han estado en explotación de forma intensiva desde la antigüedad<sup>154</sup>, y sabemos que, en el periodo andalusí, la plata era separada de la galena por copelación<sup>155</sup>. Ya afirmábamos en el Capítulo 3 que, mientras la explotación de metales en la Hispania romana ha sido estudiada de forma extensa<sup>156</sup>, la situación para los primeros siglos de la Edad Media es muy diferente. De hecho, no es raro toparse con la idea de que el periodo andalusí asistió a un considerable hiato en la actividad minera<sup>157</sup>. Ya en 1929 Carbonell nos advertía de que algunas de las explotaciones mineras situadas en las proximidades de Córdoba, que eran fechadas como romanas por defecto, podían

<sup>153</sup> Ibn Khaldun *Kitāb al-ibar...*; al-Maqqari *Nafḥ al-ṭīb ...*

<sup>154</sup> Ovejero, G. 2010. “Metales y minas de Andalucía y sur de Iberia”. En A. Pérez (ed) *Estudios de minería medieval en Andalucía*. Huelva: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva: 12; 20-1.

<sup>155</sup> Grañeda, P. 1998. “Los lingotes andalusíes de plata de Hornachuelos. Métodos de fabricación”. *Qurtuba* 3: 69.

<sup>156</sup> Domergue, C. 1987. *Catalogue des mines et des fonderies antiques de la Péninsule Ibérique*. 2. Vols. Madrid: Publications de la Casa de Velázquez; Domergue, C. 1990. *Les mines de la péninsule Ibérique dans l'Antiquité romaine*. Roma: Publications de l'Ecole française de Rome.

<sup>157</sup> Martín, J. M. 2010. “La minería medieval en Andalucía oriental” En A. Pérez (ed) *Estudios de minería medieval en Andalucía*. Huelva: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva: 111.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	233/807



encontrarse fechadas en época andalusí, de acuerdo con los hallazgos cerámicos asociados<sup>158</sup>. Las herramientas empleadas por los mineros en época romana y medieval eran muy similares, lo que dificulta aún más la tarea de fechar estas explotaciones<sup>159</sup>. Por otro lado, la evidencia toponímica también sugiere que la época andalusí fue testigo de considerable actividad minera. El topónimo “Almadén” procede del árabe “*al-ma’din*” (“la mina”), y puede encontrarse en gran número de ubicaciones, ocho de las cuales se encuentran en la región de Córdoba<sup>160</sup>, mientras en el siglo X el geógrafo al-Rāzī comentaba la gran riqueza de al-Andalus en oro, plata, plomo, cobre y hierro<sup>161</sup>.

La construcción de Madīnat al-Zahrā hizo un uso intensivo de los recursos locales: las principales canteras de las que se extrajo la piedra con la que se construyó el palacio están situadas en un radio que no excede los 50 km<sup>162</sup>. La arqueología está demostrando que la actividad minera en los alrededores de Córdoba puede haber sido muy intensa, y que el plomo fue uno de los principales metales en explotación. Los hallazgos cerámicos sugieren que las minas de plomo y plata de Torrecampo y Villanueva del Duque estuvieron operativas durante el califato, pero el considerable incremento en el número de dirhems en circulación durante este periodo parece indicar que el número de minas en funcionamiento puede haber sido mucho mayor<sup>163</sup>. La colección de lingotes de plata en el Museo Arqueológico de Córdoba, fechados en este mismo periodo, apunta en la misma dirección, procediendo de Hornachuelos, que aparece mencionada en las fuentes escritas como fuente de plata<sup>164</sup>.

<sup>158</sup> Carbonell, A. 1929. “La minería y la metalurgia entre los musulmanes en España”. *Boletín de la Real Academia de Córdoba de Ciencias, Bellas Letras y Nobles Artes* VII: 179-217.

<sup>159</sup> García Romero, J. 2012. *El papel de la minería y la metalurgia en la Córdoba Romana*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Granada.

<sup>160</sup> Martín, J. M. 2010. “La minería medieval en Andalucía oriental” En A. Pérez (ed) *Estudios de minería medieval en Andalucía*. Huelva: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva: 111.

<sup>161</sup> al-Rāzī *Abjār Mūluk*...

<sup>162</sup> Vallejo, A. 2007 “Madīnat al-Zahrā: transformation of a caliphal city”. En Glaire D. Anderson and Mariam Rosser-Owen (eds.) *Revisiting al-Andalus. Perspectives on the Material Culture of Islamic Iberia and Beyond*. Leiden: Brill: 5.

<sup>163</sup> Grañeda, P. 1999. “Minería argentífera andalusí en la provincial de Córdoba: hallazgos cerámicos” *Simposio Sobre patrimonio geológico y minero. Tomo II*. Bélmez: Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero: 102-6.

<sup>164</sup> Al-Bakrī *Kitāb al-masālik*... Vallvé, J. 1980. “La actividad industrial en al-Andalus”. *Al-Qantara* 1: 211; Grañeda, P. 1998. “Los lingotes andalusíes de plata de Hornachuelos. Métodos de fabricación”. *Qurtuba* 3: 68-80.



No resulta, por tanto, descabellado pensar en la posibilidad de que las zonas en las que los trabajos de prospección han detectado altas concentraciones de elementos polucionantes (fundamentalmente plomo y cobre), estén indicando la presencia de un complejo industrial de considerables dimensiones, en las que se desarrollasen distintas actividades, tales como la deplatación de la galena, la acuñación de la plata y la producción de cerámicas vidriadas y vidrio<sup>165</sup>.

Dado el carácter prestigioso de algunas de estas actividades, no debe sorprendernos la posición de los mismos. Es conveniente recordar que los gobernantes islámicos eran proclives a la fundación de factorías reales para la producción de objetos de prestigio, incluso cuando esto suponía trasladar los talleres siguiendo líneas de conveniencia política<sup>166</sup>. Ya con 'Abd al Rāḥman II se renovaron las manufacturas reales de tejidos como el de la seda, que eran empleados como regalos diplomáticos<sup>167</sup>, mientras que en Bagdad (Iraq), el distrito de Qasidiyya, asociado al palacio califal, se convirtió en un centro de producción de vidrio controlado directamente por el palacio, y una combinación similar de elementos ha sido también identificada en Samarra, también en Iraq<sup>168</sup>.

Con respecto al taller de Puxmarina, parece lógico pensar que el carácter atípico del taller en cuanto a tamaño, estructura y sistema de organización (complejo y aparentemente planificado) tenga que ver con su posición central, cerca de los edificios nobles de la ciudad. Otro elemento que cabe destacar en este taller son la ingente cantidad de restos de vidrio hallados en relación con el mismo<sup>169</sup>. Como se comentaba en la introducción, es frecuente que los talleres de producción de vidrio identificados en excavación arqueológica resulten sorprendentemente (para el lego) estériles en objetos de vidrio, más allá de restos de producción como son desechos de

<sup>165</sup> Ha de tenerse en cuenta que las excavaciones originales de Ricardo Velázquez Bosco dieron como resultado el hallazgo de un gran número de destacadas piezas de vidrio decoradas por medio de distintas técnicas, y que no todos ellos pueden considerarse obras importadas.

<sup>166</sup> Henderson, J. 2012. *Ancient Glass. An Interdisciplinary Exploration*. Cambridge: Cambridge University Press: 254.

<sup>167</sup> Vallvé, J. 1980. "La industria en al-Andalus". *Al-Qantara* 1: 225.

<sup>168</sup> Carboni, S. 2001. "Glass Production in the Islamic World: an overview". En C. Carboni y D. Whitehouse (eds) *Glass of the Sultans*. Nueva York: The Metropolitan Museum of Art: 4; Northedge, A. y R. Falkner. 1986. "The 1986 Survey Season at Sāmarrā". *Iraq* 49: 149.

<sup>169</sup> Jiménez, P. Sin fecha. *Excavación arqueológica del Casón de Puxmarina (Murcia)*. Cuaderno de campo inédito.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPXS4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPXS4NM	Página	235/807



soplado (gotas, hilos de ductilidad, coronas, etc.). Cuando encontramos gran cantidad de objetos de vidrio en estado fragmentario, es común que estos se asocien a la acumulación de los mismos con el objeto último de su reciclaje<sup>170</sup>. Conocemos el ejemplo de Recópolis (Capítulo 2), donde parece probable que el reciclaje se encontrase centralizado a nivel regional; dos ejemplos más proceden del Londres romano: en Basinghall Street, donde aparecieron algo más 30 kg de objetos fragmentados, que fueron abandonados posiblemente como resultado de la rotura del horno, lo que llevó a la clausura del taller<sup>171</sup>; y Guildhall Yard, donde los motivos del abandono del vidrio, presumiblemente preparado para su reciclaje, no están tan claros<sup>172</sup>. Por tanto, condiciones excepcionales que nos recuerdan el axioma que debemos tener en cuenta en todo momento cuando tratamos prácticas de reciclaje: “recycling is most visible when it is outside normal practice”<sup>173</sup>. La enorme cantidad de vidrio procedente de las excavaciones, por tanto, también parece confirmar el carácter excepcional de este taller<sup>174</sup>.

Resulta tentador relacionar la organización de este taller con el reinado de Ibn Mardaniš en Murcia. Aunque no poseemos evidencias ni directas ni indirectas que lo indiquen, la cronología, escala, grado de organización y tareas que se desarrollaban en el taller (incluyendo la posible producción de espejuelos arquitectónicos) hacen que la idea merezca la pena ser explorada, sobre todo teniendo en cuenta que durante su

<sup>170</sup> Foy, D. 2000. “Les indices d’une production de verre: repérages et interprétations”. En P. Cressier (ed) *El vidrio en al-Andalus*. Madrid: Casa de Velázquez: 18.

<sup>171</sup> Wardle, A. y J. Shepherd. 2015. “Work in the margins – the glass-working waste from Basinghall Street” En A. Wardle (ed) *Working on the Margins of Roman London: Excavations at 35 Basinghall Street, City of London, 2005*. Londres: Museum of London Archaeology Monograph: 36-74.

<sup>172</sup> Pérez-Sala, M. y J. Shepherd. 2008. “The cullet dump and evidence of glass working” En N. Bateman, C. Cowan y R. Wroe-Brown (eds) *London’s Roman Amphitheatre: Guildhall Yard, City of London*. Londres: Museum of London Archaeology Service: 142-6.

<sup>173</sup> Duckworth, C. En prensa. “Seeking the invisible: new approaches to Roman glass recycling”. En C. Duckworth y A. Wilson (eds) *Recycling and Reuse in the Roman Economy*. Oxford: Oxford University Press. Ver también Duckworth, C. 2020. “Sensory perception and experience of glass”. En Skeates, R. y J. Day (eds) *The Routledge Handbook of Sensory Archaeology*. Oxford: Routledge.

<sup>174</sup> Cabe preguntarse si el proceso por el cual este vidrio para el reciclaje llegaba a los talleres se asemejaba al presenciado por Robert Brill en el *Zabaleen* de El Cairo, donde los vidrieros reciben la visita de traperos cargados con el vidrio recogido entre los montones de basura para su reciclaje. Estos traperos, que recuerdan a los mencionados en la literatura clásica, son el escalafón más bajo de la jerarquía del sector tradicional del vidrio, y son tratados con desdén, si no con agresividad, por los maestros vidrieros, a pesar de la enorme utilidad de su tarea. Brill, R. 2001. “Some thoughts on the chemistry and technology of Islamic glass”. En S. Carboni y D. Whitehouse (eds) *The glass of the sultans*. Nueva York: The Metropolitan Museum of Art: 37.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	236/807



reinado, este soberano taifa puso en marcha importantes obras edilicias en la ciudad de Murcia y su *cora*<sup>175</sup>.

En lo que se refiere a la Alhambra de Granada, la evidencia no puede ser más contundente. Ya conocemos el papel central que parecen haber jugado ciertos elementos de cultura material para la representación política del régimen nazarí, elementos de cultura material que mantienen una relación evidente, en términos estéticos y simbólicos, con las decoraciones de los propios palacios de la alcazaba (ver figuras 4.68 y 4.69). La arqueología ha demostrado, tanto con las evidencias que existían con anterioridad como con las intervenciones desarrolladas por los equipos que coordino, la abundante presencia de áreas de producción en la zona de El Secano, zonas de producción que no sólo pueden ya atribuirse a periodos posteriores (en los que sin duda siguieron operativos), sino que también han sido fechados con bastante certeza con anterioridad a la conquista cristiana de Granada.

Aunque las excavaciones en la zona de El Secano han cubierto una extensión pequeña, y a pesar de las enormes dificultades causadas por la intervención indiscriminada de Gómez Moreno, hemos conseguido identificar un horno de producción de vedrio, si no también de vidrio, cuyas relaciones estratigráficas lo sitúan con pocas dudas en el periodo nazarí. Además de esto, hemos logrado recuperar una cantidad considerable de desechos productivos relacionados con la producción de vidrio, cuyas características visuales los identifican igualmente con el periodo nazarí. En el Capítulo 6 veremos qué puede decirnos la composición química de estos materiales.

Por tanto, en el caso de la Alhambra parecemos estar sobre un terreno más firme que en Madīnat al-Zahrā, donde la evidencia con la que contamos, aunque sólida y altamente coherente, seguirá siendo indirecta hasta que pueda confirmarse por medio de la excavación. Habida cuenta la habitual configuración de la ciudad palatina en el islam medieval como un conjunto de edificaciones o complejos no siempre análogos, y de lo que hemos venido afirmando con anterioridad al respecto del carácter urbano de la Alhambra, no debe por tanto sorprendernos la existencia de una zona dedicada, de forma prácticamente exclusiva, a las actividades productivas, incluso

<sup>175</sup> Eiroa, J. 2016. "El legado de Ibn Mardaniš". *Debates de Arqueología Medieval* 6: 247-58.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	237/807



aquellas que han sido desterradas por los posicionamientos “clásicos” acerca de la “ciudad islámica” al extrarradio de las mismas.

No debemos olvidar que la evidencia que contradice estos cánones son múltiples, al menos en lo que hace referencia a las zonas productivas que pueden, de una forma u otra, asociarse a la superestructura política y su representación pública y simbólica. Hemos visto en este mismo capítulo el ejemplo de Sabra al-Mansuriyya, donde existían talleres de fritas, vidrios, vedrios y cerámica, que parecen haber estado estrictamente organizados, y no se trata del único ejemplo, como las zona industrial de al-Raqqā, situada en la zona palacial fundada por Hārūn al-Rašhīd atestiguan también para las llamadas “zonas nucleares del islam”<sup>176</sup>.

Es por todo esto que parece razonable mantener la hipótesis de la titularidad real de estas zonas productivas y de un control más o menos estricto de las producciones que de ellas salían<sup>177</sup>. Cabe esperar que, a medida que la extensión de los esfuerzos investigadores en estas zonas nos permita la acumulación de más evidencia, y de que nuevas zonas de producción no palatinas salgan a la luz, podremos ir caracterizando estas actividades de forma más precisa.

<sup>176</sup> Henderson, J. 2012. *Ancient Glass. An Interdisciplinary Exploration*. Cambridge: Cambridge University Press.

<sup>177</sup> Contra Coll Conesa, J. 2014. “Técnica, áulica y distinción social en la cerámica medieval”. *Anales de Historia del Arte* 24: 77.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	238/807



## Capítulo 5.

### Fuentes escritas. Siglos IX-XV.

#### *Introducción.*

El estudio de las fuentes escritas que hacen referencia a la producción de vidrio en la Península Ibérica y las tecnologías asociadas supone el examen de un abanico muy amplio de textos, no necesariamente limitados a la Península.

Existen tres tipos de fuentes principales, que atenderé en el siguiente orden. Primero, las fuentes literarias, que engloban una gran variedad de textos, desde poemas que hacen referencia a la producción de vidrio hasta repertorios geográficos en los que se mencionan las industrias vidrieras en determinadas zonas o regiones. El contenido de estos textos va a ser muy misceláneo, y la cantidad y calidad de la información proporcionada será por tanto muy variable, desde menciones muy indirectas a información técnica muy precisa. En general, en lo que se refiere a estos textos vamos a circunscribirnos a la Península Ibérica, por ser su interés fundamentalmente local.

Segundo, documentos técnicos, que aunque en algunos casos resulten difíciles de clasificar y en muchos otros se adentren en gran medida en el territorio de la categoría anterior, deben recibir una atención individualizada, dado que pueden (o no) caracterizar la transmisión explícita del conocimiento técnico entre periodos y regiones. Como veremos en su momento, la lectura de estos textos precisa a veces de una exégesis muy compleja, y forman en gran medida una forma de *koiné* literaria, lo que me obligará a hacer frecuente referencia a textos producidos fuera de la Península Ibérica. Trataré de trazar las líneas genealógicas que unen estos textos producidos en distintas regiones, para así poder seguir la pista de los flujos internacionales de información y conocimiento técnico, y establecer distintas adaptaciones a éstas en función de las condiciones ambientales locales.

Finalmente, documentos de archivo. En este sentido, como veremos, la información ofrecida es necesariamente muy parcial, porque la cantidad de posibles fuentes de información es virtualmente infinita, con lo que me limitaré a señalar

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	239/807





aquellos ejemplos conocidos en los que el vaciado, total o parcial, de diversos archivos ha demostrado las posibilidades que esta forma de información ofrece.

Intentar hacer una introducción general de la información escrita es un esfuerzo fútil, porque cada una de estas tres categorías presenta características muy concretas y la información que aportan es de naturaleza muy específica. Por ello, en cada una de las tres secciones en las que se divide el cuerpo principal de texto de este capítulo haré una introducción de cada una de ellas, describiendo el rango de la información disponible, sus posibilidades y sus limitaciones.

### *Fuentes literarias*

Las fuentes literarias que hacen mención a algún aspecto relacionado con la producción de vidrio resultan muy escasas y poco elocuentes, limitándose a un par de referencias geográficas y literarias y a un puñado de *fatwā* jurídicas (ver Capítulo 4). Con respecto a las primeras, además, resultan en su mayor parte muy tardías, dependiendo casi por entero del *Nafḥ al-Ṭib...* de al-Maqqari, un autor que no siempre cita sus fuentes. Por su parte, el valor de las *fatwā* recogidas en los tratados de *ḥisba* se ve limitado por su propia naturaleza, ya que nada garantiza, como insistíamos en el Capítulo 4, su cumplimiento.

Las referencias explícitas al vidrio en al-Ándalus se remontan, si bien de forma indirecta, al periodo emiral. Al-Maqqari relata que el médico cordobés Abú-l-ʿabbas Kasim Ibn Firnas, súbdito de ʿAbd al-Rahmān (852-886)

fue el primero en hacer vidrio a partir de la arcilla, creando fábricas en al-Ándalus<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Esta traducción se basa en la traducción al inglés publicada en de Gayangos, P. 1840. *The History of the Mohammedan Dynasties in Spain. Extracted from the Nafḥu-t-Tīb Min Ghosni-L-Andalusi-r-Rattīb wa Tārīkh Lisāndu-d-dīn Ibnī-l-Khattīb*. By Ahmed Ibn Mohammed al-Makkari. Londres: Oriental Translation Fund. Vol. 1: 148.

La cita es breve y vaga, además de que, como nos advierte Pedro Jiménez<sup>2</sup>, hemos de tomar las referencias de al-Maqqari con precaución al tratarse de un autor muy tardío, el siglo XVII, que en este caso además no cita su fuente.

Para el periodo taifa, también tenemos una referencia contenida en al-Maqqari, que relata la composición de una poesía “a dos manos” por parte del rey-poeta de Sevilla, al-Mu’tamid y de Ibn Hamadis, inspirados por el fulgor del horno de un vidriero, en plena noche, visible desde el palacio del primero<sup>3</sup>.

En este caso, no sólo tenemos, como afirma Pedro Jiménez, confirmación literaria a la ubicación urbana de los hornos de vidrio que también conocemos por la arqueología, sino que podemos colegir la operación de los hornos durante las horas nocturnas, necesaria para mantener el vidrio en estado de fusión durante varias horas antes de proceder a su soplado.

Una referencia más completa es la ofrecida por el autor granadino Ibn Sa’id al-Maghribi, recogida de nuevo por al-Maqqari, que a mediados del siglo XIII destaca la artesanía del vidrio en varias ciudades incluyendo Murcia, Málaga y Almería (todas ellas ciudades donde estas artesanías han dejado restos arqueológicos, si bien no necesariamente para las mismas cronologías):<sup>4</sup>

Almería era famosa por la producción de todo tipo de recipientes y utensilios, de hierro, cobre y vidrio [...] Murcia también era famosa por la producción de vidrio y cerámica, con los que producen grandes recipientes de formas exquisitas y elegantes; fabricaban cerámica vidriada, y otro tipo que se recubría con oro. Las manufacturas de Málaga ya han sido descritas [...] era famosa sobre todo por su vidrio y su cerámica<sup>5</sup>.

<sup>2</sup> Jiménez, P. 2006. “Talleres, técnicas y producciones de vidrio en al-Ándalus”. En E Rontomé (ed) *Vidrio islámico en al-Ándalus*. Cuenca: Real Fábrica de Cristales de la Granja: 52.

<sup>3</sup> Jiménez, P. 2006. “Talleres, técnicas y producciones de vidrio en al-Ándalus”. En E Rontomé (ed) *Vidrio islámico en al-Ándalus*. Cuenca: Real Fábrica de Cristales de la Granja: 52

<sup>4</sup> Jiménez, P. 2006. “Talleres, técnicas y producciones de vidrio en al-Ándalus”. En E Rontomé (ed) *Vidrio islámico en al-Ándalus*. Cuenca: Real Fábrica de Cristales de la Granja: 53; Govantes-Edwards, D., C. Duckworth, R. Córdoba, L. Aparicio y C. Camacho. 2014. “El vidrio andalusí y su composición química: primeros resultados y posibilidades de estudio”. *Boletín de Arqueología Medieval* 18: 34.

<sup>5</sup> Esta traducción se basa en la traducción al inglés publicada en de Gayangos, P. 1840. *The History of the Mohammedan Dynasties in Spain. Extracted from the Nafhu-t-Tib Min Ghosni-L-Andalusi-r-Rattib wa*

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	241/807



Estas referencias se siguen con menciones a la producción de azulejos y mosaicos vidriados, que de acuerdo con la cita de al-Maqqari, eran exportadas a oriente en grandes cantidades.

No vamos ahora a extendernos en exceso acerca de las múltiples referencias que encontramos en la poesía al uso de recipientes de vidrio en banquetes y otras ocasiones sociales, excepto para mencionar un par de ejemplos con valor alegórico que demuestran el valor simbólico del vidrio en época andalusí<sup>6</sup>.

Así, en el panegírico a al-Mu'tamid se dice:

Haz circular la copa de cristal<sup>7</sup>, pues la brisa se hace sentir<sup>8</sup>.

O en la obra del poeta murciano Ibn Machbar (s. XII)

Yo elevo a los comensales mis quejas en este asiendo de la botella que se ha vestido con una túnica de color negro espeso<sup>9</sup>.

*Tárikh Lisánu-d-dín Ibni-l-Khattíb*. By Ahmed Ibn Mohammed al-Makkari. Londres. Oriental Translation Fund. Vol. 1: 51; 93.

<sup>6</sup> No olvidemos que el vidrio aparece mencionado de forma explícita en el Corán, haciéndose una alegoría que enlaza a Dios, su luz y la transparencia del vidrio: "Alá es la Luz de los cielos y de la tierra. Su Luz es comparable a una hornacina en la que hay un pabito encendido. El pabito está en un recipiente de vidrio, que es como si fuera una estrella fulgurante. Se enciende de un árbol bendito, un olivo, que no es del Oriente ni del Occidente, y cuyo aceite casi alumbra aun sin haber sido tocado por el fuego. ¡Luz sobre Luz! Alá dirige a Su Luz a quien Él quiere. Alá propone parábolas a los hombres. Alá es omnisciente". (Corán, 24: 35; traducción procedente de la Biblioteca Islámica "Fátimah Az-Zahra", disponible en [http://www.jzb.com.es/resources/el\\_sagrado\\_coran.pdf](http://www.jzb.com.es/resources/el_sagrado_coran.pdf)). Este valor alegórico explica el valor simbólico del uso de vidrio en las lámparas que iluminaban las mezquitas. Duckworth, C. 2020. "Sensory perception and experience of glass". En Skeates, R. y J. Day (eds) *The Routledge Handbook of Sensory Archaeology*. Oxford: Routledge

<sup>7</sup> Como nos indica Pedro Jiménez, en la traducción de Henri Peres es común que el término para vidrio ("zuzáya") se traduzca incorrectamente como "cristal". Jiménez, P. 2006. "Talleres, técnicas y producciones de vidrio en al-Ándalus". En E Rontomé (ed) *Vidrio islámico en al-Ándalus*. Cuenca: Real Fábrica de Cristales de la Granja: 52.

<sup>8</sup> Cif. Jiménez, P. 2006. "Talleres, técnicas y producciones de vidrio en al-Ándalus". En E Rontomé (ed) *Vidrio islámico en al-Ándalus*. Cuenca: Real Fábrica de Cristales de la Granja: 51-70.

<sup>9</sup> Jiménez, P. 2006. "Talleres, técnicas y producciones de vidrio en al-Ándalus". En E Rontomé (ed) *Vidrio islámico en al-Ándalus*. Cuenca: Real Fábrica de Cristales de la Granja: 51-70.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	242/807



Mención aparte merecen los llamados tratados de *hisba*, con los que ya nos hemos encontrado en el Capítulo 4 a la hora de examinar la ubicación de las áreas industriales urbanas de al-Ándalus, y que ahora vamos a ver con mayor detalle.

Estos tratados son colecciones de *fatwā* o disposiciones jurídicas de los jueces urbanos para la organización de la vida en la ciudad, por ejemplo estableciendo normas para la operación de los mercados y las reglas a las que deben someterse las manufacturas. Se conocen un total de cuatro de estos tratados en al-Ándalus<sup>10</sup>. Uno de ellos, compilado por al-Ŷarsīfī, de época nazarí<sup>11</sup>, no hace mención alguna al vidrio. La del malagueño al-Saqaṭī, por su parte, exige a los sopladores templar el vidrio soplado, es decir dejarlo enfriar despacio, para evitar su fractura.

Así mismo, se prohibirá a los vidrieros sacar el cristal [sic] del horno donde se está enfriando antes de que haya transcurrido un día y una noche. Esto es porque se resquebrajará si se retira antes de dicho plazo<sup>12</sup>.

Como veíamos en el Capítulo 4, las del sevillano Ibn ‘Abdūn y la de ‘Abd al-Ra’ūf establecen una serie de disposiciones relativas a la ubicación de los talleres, cuyas implicaciones para la historiografía hemos visto en el capítulo anterior. Además, Ibn ‘Abdūn recoge la prohibición de que los vidrieros produzcan un tipo de recipiente empleado de forma habitual para el consumo de vino:

<sup>10</sup> García Sanjuán, A. 2001. “La traducción de fuentes árabes andalusíes al castellano: balance y valoración”. *Medievalismo* 11: 119.

<sup>11</sup> Arieé, R. 1960. “Traduction annotée et commentée des traités de Hisba d’Ibn and al Rauf et de Umar al Garsifi”. *Hesperis Tamuda* 1: 5-37; 199-214; 349-86.

<sup>12</sup> Chalmeta, P. 1967. “El ‘Kitāb Fi Ādāb al-Hisba’ (Libro del buen gobierno del zoco) de al-Saqaṭī”. *Al-Ándalus* 32: 152-62; Chalmeta, P. 1968. “El ‘Kitāb Fi Ādāb al-Hisba’ (Libro del buen gobierno del zoco) de al-Saqaṭī” (Conclusión)”. *Al-Ándalus* 33: 410. En realidad, este parece un plazo excesivo para el templado, porque hasta las piezas más gruesas no exigen sino unas pocas horas de templado para un enfriamiento que asegure suficiente resistencia térmica. Gudenrath, B. 2001. “A Survey of Islamic Glassworking and Glass-Decorating Techniques”. En S. Carboni y D. Whitehouse (eds) *Glass of the Sultans*. Nueva York: The Metropolitan Museum of Art: 57.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	243/807



Deberá prohibirse a los vidrieros que fabriquen copas destinadas al vino<sup>13</sup>.

Como podemos ver, la información que puede extraerse de este tipo de fuentes es pobre, por mucho que para parte de ellas tengamos confirmación arqueológica<sup>14</sup>. Un poco más adelante veremos, sin embargo, que los tratados de *hisba*, con la exégesis adecuada, pueden ser de ayuda a la hora de inferir ciertas pautas en la organización de los oficios, entre ellos el de vidriero.

### *Fuentes técnicas*

La literatura técnica medieval ha venido concitando considerable atención por parte de los investigadores durante largo tiempo. La mayoría de los trabajos más precoces estaban fundamentalmente relacionados con los procesos implicados en la producción de obras artísticas, estando guiadas por una perspectiva derivada de la Historia de Arte, que prestaba poca atención a las implicaciones sociales de las técnicas que estaban siendo estudiadas, siguiendo el modelo planteado por Mary P. Merrifield en 1849<sup>15</sup>. No obstante, desde mediados del siglo XX los documentos técnicos medievales comenzaron a ser tratados como posibles fuentes de información acerca de la posición que la ciencia y la tecnología ocupaban en la sociedad medieval en un sentido más amplio. Esto se relaciona de forma directa con las nuevas perspectivas acerca de papel social de la tecnología de las que hablábamos en la Introducción (ver Capítulo 1); el papel instrumental de la tecnología que mantienen las posturas tradicionales ("the standard view on technology"<sup>16</sup>) no es ya asumido como natural sin cuestionamiento, sino que se entiende que su relación con otros mecanismos sociales es

<sup>13</sup> Levi-Provençal, E., y E. García Gómez. 1992. *Sevilla a comienzos del siglo XII. El tratado de Ibn Habdun*. Sevilla: Ayuntamiento de Sevilla: 136-7. Ver también Escartín, E. 2004. *Estudio económico sobre el tratado de Ibn Abdún. El vino y los gremios en al-Ándalus antes del siglo XII*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Sevilla: 61.

<sup>14</sup> Marín Guzmán, R. 2004. "Las fuentes árabes para la reconstrucción de la historia social de la España musulmana. Estudio y clasificación" *Estudios de Asia y África* 39: 553.

<sup>15</sup> Merrifield, M. P. 1849. *Original Treatises Dating from the XIIIth to the XVIIIth Centuries in the Arts of Painting*. Londres: John Murray.

<sup>16</sup> Pfaffenberger, B. 1992. "Social Anthropology of Technology". *Annual Review of Anthropology* 21: 495-8.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	244/807



más compleja. La tecnología no puede separarse de forma heurística de otros factores de la subsistencia, la sociedad y la cultura de los grupos humanos, entendidos en el sentido más amplio<sup>17</sup>.

Esta perspectiva, más rica en matices, ha llevado, inevitablemente, a un examen mucho más estrecho de la literatura técnica medieval en las últimas décadas. Mientras Mary P. Merrifield no dudaba en asumir que la información contenida en los tratados técnicos analizados en su obra clásica reflejaban de forma fiel las técnicas desarrolladas en los talleres de la época<sup>18</sup>, la visión contemporánea es más escéptica, a la vez que más ambiciosa. Por ejemplo, la edición del *Mappae Clavicula*, quizás el tratado técnico medieval más influyente, publicada por Smith y Hawthorne en 1974<sup>19</sup>, no pudo ya limitarse a hacer un ejercicio de exégesis y referencia; los procesos técnicos contenidos en el *Mappae Clavicula* fueron analizados y explicados, y el lector era advertido de que dichas instrucciones técnicas podían ser poco más que arcaísmos, en lugar de descripciones ajustadas y actualizadas de la práctica de los talleres de la época. Esto es, los textos han de ser interrogados de forma crítica para poder ser mapeados socialmente y ubicados en su justa posición en la trama social medieval<sup>20</sup>.

Es necesario en este punto especificar lo que entendemos por literatura técnica. En esta sección voy a adoptar una postura flexible y amplia, para incluir dentro de este género todos aquellos textos que contienen información acerca de procesos técnicos, independientemente de la motivación del autor y del grado de detalle ofrecido. La clave para nosotros es que aporten algún tipo de información no sólo sobre los procesos en sí, sino también sobre su papel social<sup>21</sup>. Esta es una categoría construida (en contraste con,

<sup>17</sup> Martinón-Torres, M. 2008. "Why Should Archaeologists Take History and Science Seriously?". En M. Martinón-Torres y T. Rehren (eds) *Archaeology, History and Science. Integrating Approaches to Ancient Materials*. Walnut Creek: Left Coast Press: 23. Ver también Bijker, W. E., T. P. Hughes y T. Pinch (eds) *The Social Construction of Technological Systems. New Directions in the Sociology and History of technology*. Cambridge, Ma. y Londres: The MIT Press.

<sup>18</sup> Merrifield, M. P. 1849. *Original Treatises Dating from the XIIth to the XVIIIth Centuries in the Arts of Painting*. Londres: John Murray.

<sup>19</sup> Smith, C. S. y J. G. Hawthorne. 1974. "Mappae Clavicula: A Little Key to the World of Medieval Techniques". *Transactions of the American Philosophical Society* 64: 1-128.

<sup>20</sup> Córdoba, R. 1996. "Innovación tecnológica y desarrollo industrial en la Península Ibérica durante la Edad Media". En *Actas de las I Jornadas sobre Minería y Tecnología en la -Edad Media Peninsular*. León: Fundación Hullera Vasco-Leonesa: 345.

<sup>21</sup> Martinón-Torres, M. 2008. "Why Should Archaeologists Take History and Science Seriously?". En M. Martinón-Torres y T. Rehren (eds) *Archaeology, History and Science. Integrating Approaches to Ancient Materials*. Walnut Creek: Left Coast Press: 16.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	245/807



digamos, libros devocionales o *chansons de geste*, que ya eran reconocidos en la Edad Media como géneros literarios definidos), en el que se engloban una amplia variedad de documentos, desde compendios enciclopédicos hasta libros de recetas y tratados de alquimia. La propia vaguedad de la categoría, aunque supone un desafío metodológico y epistemológico añadido, amplía el foco sobre categorías textuales que proceden de, y reflejan, múltiples esferas sociales. Otros textos que incluyen información técnica pero cuya función primaria no era hacerlo (por ejemplo itinerarios geográficos), también aparecerán en la sección, si bien de forma menos detallada. La lógica que justifica esta selección reside con uno de mis objetivos principales, que es el de hacer una primera aproximación al papel jugado por la palabra escrita en la transmisión del conocimiento técnico.

Como ocurre con frecuencia con la documentación medieval, poseemos bastante más material para los periodos más tardíos, aunque como veremos la cultura manuscrita dominante durante la mayor parte de la Edad Media complica la datación de algunos textos. El hecho, de cualquier forma, es que hacia finales de la Edad Media se produjo un cambio cualitativo que refleja una transformación fundamental del papel social de la palabra escrita, lo que incluye los textos técnicos y científicos, y que sugiere que la necesidad que se sentía de poner por escrito la información técnica era mucho mayor que en periodos anteriores, con lo que no es sólo que los documentos más recientes tengan más posibilidades de llegar a nuestros días que los más antiguos. Las burguesías urbanas que cristalizaron en los siglos XII y XIII en Europa iban pronto a expresar un interés en ampliar sus horizontes culturales y encontrar nuevos empeños con los que satisfacer un renovado afán por el ocio. Esto estimuló la producción de libros, incluyendo documentos técnicos de todo tipo, dentro de una visión del mundo en el que el saber pasaba a tener valor intrínseco (saber más equivalía a ser más)<sup>22</sup>. Los efectos que esta pauta cultural había de tener en la literatura técnica son múltiples. Por ejemplo, mientras que los documentos fechados entre los siglos VIII y XII tienden a tener

<sup>22</sup> Cifuentes, L. 2003. "La vernacularización de la ciencia a finales de la Edad Media: un modelo explicativo a partir del caso catalán". En B. M. Gutiérrez (ed) *Aproximaciones al lenguaje de la ciencia*. Burgos: Instituto Castellano y Leonés de la Lengua: 268; Cifuentes, L. 2008. "La ciencia en vulgar y las élites laicas, de la Edad Media al Renacimiento". En F. Serrano (ed) *Regalo de la vida humana*. Pamplona: Gobierno de Navarra: 128-9; Cifuentes, L. y R. Córdoba. 2011. *Tintorería y medicina en la Valencia del Siglo XV. El manual de Joanot Valero*. Barcelona: CSIC: 16-17.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	246/807





una naturaleza miscelánea, combinando elementos aparentemente dispares con poca coherencia interna, el número de tratados de temática específica en los siglos finales de la Edad Media se incrementa considerablemente, como lo hace la precisión y sofisticación de la información aportada. Al mismo tiempo, aunque continuaron produciéndose textos en latín, textos en las lenguas vernáculas, sean originales o traducciones, se hicieron especialmente habituales, notablemente a partir de finales del siglo XIII en adelante, llevando el conocimiento técnico fuera de los círculos sociales a los que la cultura se había limitado en siglos anteriores<sup>23</sup>. Otros atributos físicos (formatos más reducidos, escritura cursiva, etc.) también contribuyeron a la diseminación de la cultura escrita<sup>24</sup>.

Otras consideraciones más prosaicas son también clave en esta proliferación de literatura técnica, por ejemplo la popularización del uso de papel, más barato que el pergamino o el papiro y, de forma fundamental a partir de mediados del siglo XV, la imprenta. Resulta, sin embargo, conveniente enfatizar que el incremento en el número de textos técnicos disponibles no resultó de un florecimiento repentino de las prácticas técnicas y la innovación, sino de ciertos factores que eran, en cierto modo, independientes de estos.

Hasta este momento, nos hemos centrado en los textos. Pero, ¿qué decir de las técnicas que tratan? Esta es una relación fundamental que va a tener un papel protagonista en esta sección, y uno de los aspectos más debatidos entre los especialistas en la materia. ¿Qué impacto tuvieron estos textos en la transmisión del conocimiento técnico? Se ha argumentado con frecuencia que la transmisión de conocimiento al nivel de taller se realizaba fundamentalmente de forma oral, y se basaba en la repetición de una serie de *chaînes opératoires* bajo la supervisión del maestro, produciéndose el adiestramiento de nuevos artesanos sin apoyo de la palabra escrita (sin mencionar el hecho de que los textos escritos en latín hubiesen resultado

<sup>23</sup> Cifuentes, L. 2008. "La ciencia en vulgar y las élites laicas, de la Edad Media al Renacimiento". En F. Serrano (ed) *Regalo de la vida humana*. Pamplona: Gobierno de Navarra: 129-30; Cifuentes, L. y R. Cordoba. 2011. *Tintorería y medicina en la Valencia del Siglo XV. El manual de Joanot Valero*. Barcelona: CSIC: 18.

<sup>24</sup> Cifuentes, L. y R. Cordoba. 2011. *Tintorería y medicina en la Valencia del Siglo XV. El manual de Joanot Valero*. Barcelona: CSIC: 16.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	247/807



inaccesibles a la mayoría de artesanos)<sup>25</sup>. De igual forma, dentro de los parámetros de la cultura manuscrita que dominó casi toda la Edad Media, los documentos eran frecuentemente transmitidos por copistas que desconocían las técnicas sobre las que trataban los textos en los que trabajaban. Esto no sólo llevaba a la comisión de errores, sino a que el proceso de transmisión se viese sometido a selecciones, omisiones y distribuciones en muchas ocasiones aleatorias. Los textos eran copiados, a veces de forma reiterada y durante largos periodos de tiempo, y no tienen por qué reflejar las prácticas de su época, incluso en aquellas ocasiones en las que sí lo hacían cuando fueron plasmados por escrito por vez primera<sup>26</sup>.

Esto es sin tener en cuenta que estas omisiones pueden ser incluso intencionales, sin que esto quiera decir (al menos no siempre) que dicha omisión de información tenga como objeto deliberado el de mantener los procesos técnicos implicados en secreto. No obstante, es conveniente no olvidar en ningún momento que la información es un bien escaso que raramente se ofrece de forma gratuita<sup>27</sup>, y que a veces es guardada de forma celosa. La historia está llena de ejemplos de procesos técnicos que fueron mantenidos en secreto, a veces durante largos periodos de tiempo, por su valor como instrumentos políticos, siendo el ejemplo más claro, quizás, el de la propia escritura<sup>28</sup>. Una espléndida ilustración de esto que digo lo ofrecen los alfareros de Muel (Zaragoza), quien a finales del siglo XVI dieron a Henrique Cock, un miembro del

<sup>25</sup> Frothingham, A. 1963. *Spanish Glass*. Londres: Faber: 15; Hawthorne, J. G. y C. Stanley Smith. 1979. *Teófilo. On Divers Arts. The Foremost Medieval Treatise on Painting, Glassmaking and Metalwork*. Nueva York: Dover: xxviii; Stanley, C. y M. T. Gnudi. 1990. *The Pirotechnia of Vannoccio Biringuccio. The Classic Sixteenth-Century Treatise on Metals and Metallurgy*. Nueva York: Dover: xi; Crossgrove, W. 2000. "The Vernacularization of Science, Medicine and Technology in Late Medieval Europe: Broadening our Perspectives". *Early Science and Medicine* 5: 50; Martín-Torres, M. 2008. "Why Should Archaeologists Take History and Science Seriously?". En M. Martín-Torres y T. Rehren (eds) *Archaeology, History and Science. Integrating Approaches to Ancient Materials*. Walnut Creek: Left Coast Press: 28;

<sup>26</sup> Smith, C. S. y J. G. Hawthorne. 1974. "Mappae Clavicula: A Little Key to the World of Medieval Techniques". *Transactions of the American Philosophical Society* 64: 1-128; Hawthorne, J. G. y C. Stanley Smith. 1979. *Teófilo. On Divers Arts. The Foremost Medieval Treatise on Painting, Glassmaking and Metalwork*. Nueva York: Dover: xxx; Martín-Torres, M. 2008. "Why Should Archaeologists Take History and Science Seriously?". En M. Martín-Torres y T. Rehren (eds) *Archaeology, History and Science. Integrating Approaches to Ancient Materials*. Walnut Creek: Left Coast Press: 29.

<sup>27</sup> Especialmente en profesiones como la producción de vidrio, en la que los procesos físicos que se desarrollaban eran mal entendidos, lo que le proporcionaba a los artesanos experimentados una ventaja competitiva. Epstein, S. 2005. "Transferring Technical Knowledge and Innovating in Europe, c. 1200-1800". *Working Papers on The Nature of Evidence: How Well do Facts Travel?* 01/05: 21.

<sup>28</sup> Goody, J. 1986. *The Logic of Writing and the Organisation of Society*. Cambridge: Cambridge University Press:

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	248/807



cortejo que acompañaba a Felipe II, la fórmula para la producción de sus cerámicas vidriadas, que incluían el añadido de “un poco de alumbre [*i.e.* cobre]”<sup>29</sup>. Lo que el manuscrito no aclara (pero se hace patente en cuanto la cuestión se analiza desde un punto de vista científico), es que el cobre es el elemento clave del proceso, y a no ser que se añada en la cantidad justa, las instrucciones sencillamente carecen de todo valor. En efecto, los alfareros de Muel no le dieron a Henrique Cock ninguna información que pudiese resultarle de utilidad alguna<sup>30</sup>.

En lo que se refiere al vidrio, es conocido el celo con el que el gobierno de Venecia trataba de mantener el secreto del vidrio de Murano, para no perder con ello la ventaja que mantenía con sus competidores, además de estarle prohibido el acceso al oficio a los extranjeros por medio de la estructura gremial, como veremos de nuevo más abajo<sup>31</sup>. Este secretismo llevó al *Maggior Consiglio* del senado incluso a prohibir, al menos en tres ocasiones entre 1332 y 1468, la re-exportación de las cenizas próximo orientales que los venecianos compraban para la producción de vidrio<sup>32</sup>. Zecchin ha llegado incluso a afirmar que las recetas (de las que veremos muchas más adelante) estarían cifradas para asegurar que sólo pudiesen ser comprendidas por especialistas en vidrio, aunque más adelante presentaremos objeciones a esta idea<sup>33</sup>.

Por otro lado, la propia estructura de la cultura manuscrita dificultaba un progreso técnico acumulativo basado en textos, al entorpecer ciertas prácticas como un formato estandarizado en la presentación, el uso de índices, referencias, etc.<sup>34</sup>

Otros autores, sin embargo, defienden el papel jugado por al menos algunos de estos textos en la transmisión práctica del conocimiento. Primero, argumentan que las

<sup>29</sup> Morel-Fatio, A. y A. Rodríguez. 1876. *Relación del viaje hecho por Felipe II en 1585 a Zaragoza, Barcelona y Valencia. Hecha por Henrique Cock*. Madrid: Aribau.

<sup>30</sup> Pérez-Arantegui, J. y C. Pardos. 2008. “Lustre Recipes for Hispano-Moresque Ceramic Decoration in Muel (Aragón, Spain), or ‘How Much a Little Copper Weighs’”. En M. Martín-Torres y T. Rehren (eds) *Archaeology, History and Science. Integrating Approaches to Ancient Materials*. Walnut Creek: Left Coast Press: 164.

<sup>31</sup> Riu, M. C. 2008. “La manufactura del vidrio y sus artífices en la Barcelona bajomedieval”. *Anuario de Estudios Medievales* 38: 603; Cagno, S., M. Brondi Brandano, F. Mathis, D. Strivay y K. Janssens. 2012. “Study of medieval glass fragments from Savona (Italy) and their relation with the glass produced in Altare”. *Journal of Archaeological Science* 39:2192; Juárez, E. 2013. “El modo catalán de negocio del vidrio a finales del medioevo”. *Anales de Historia Antigua, Medieval y Moderna* 47: 105.

<sup>32</sup> Ashtor, E. y G. Cevdalli. 1983. “Levantine Alkali Ashes and European Industries”. *Journal of European Economic History* 12: 513-4.

<sup>33</sup> Zecchin, L. 1986. *Vetro e vetrai di Murano*. Venecia: Artesanale editrice.

<sup>34</sup> Eisenstein, E. L. 1979. *The Printing Press as an Agent of Change*. Cambridge: Cambridge University Press.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	249/807



prácticas presentadas por distintos textos manifiestan grandes regularidades, pero dada la cultura manuscrita imperante durante la Edad Media esto es justo lo que cabe esperar de una forma de transmisión textual que opera de forma más o menos aislada de las práctica de taller. Otro argumento, que me parece mucho más convincente, es que estas prácticas coinciden de forma muy habitual con las reflejadas en otros géneros textuales, como las constituciones gremiales o los edictos municipales de regulación industrial (a lo que podríamos añadir otros textos legales o los relatos de viajes). En cualquier caso, este argumento apoyaría la idea de que las prácticas descritas en la literatura técnica se corresponden con las desarrolladas en los talleres de la época, pero no que fueran empleadas en su transmisión. También se afirma que el general de la población, incluyendo los artesanos, estaba más alfabetizado de lo que generalmente se cree, y también que es difícil entender cómo algunas prácticas, como el ensayo de oro o el teñido de los paños, podían enseñarse sin apoyo de la palabra escrita, dada su gran complejidad<sup>35</sup>.

El hecho de que dos explicaciones tan contradictorias puedan coexistir es resultado de la forma en que se han afrontado estos textos. Primero, con demasiada frecuencia han sido asumidos como elementos aislados, sin considerar su contexto (tanto textual como social), incluso cuando tenemos evidencias para hacerlo<sup>36</sup>. Tomarse estos textos como si pertenecieran a una categoría real y no construida tampoco resulta útil; su posición y papel dentro de su propio contexto cultural debe ser examinado caso por caso. Segundo, han sido examinados desde una perspectiva filológica, arqueológica o experimental, pero en pocas ocasiones todas a un tiempo. Una perspectiva holística y una buena comprensión de las características técnicas de los procesos descritos son condiciones inexcusables para poder aprehender plenamente el papel social jugado por la literatura técnica<sup>37</sup>.

<sup>35</sup> Cifuentes, L. 2008. "La ciencia en vulgar y las élites laicas, de la Edad Media al Renacimiento". En F. Serrano (ed) *Regalo de la vida humana*. Pamplona: Gobierno de Navarra: 129-30; Cifuentes, L. y R. Cordoba. 2011. *Tintorería y medicina en la Valencia del Siglo XV. El manual de Joanot Valero*. Barcelona: CSIC: 17; 34-7.

<sup>36</sup> Cifuentes, L. 2008. "La ciencia en vulgar y las élites laicas, de la Edad Media al Renacimiento". En F. Serrano (ed) *Regalo de la vida humana*. Pamplona: Gobierno de Navarra: 145.

<sup>37</sup> Tolani, F. 2001. "Breve storia dello studio dei ricettari di tecniche artistiche medievali". *Annali della Scuola Normale Superiore di Pisa* IV. VI, 1: 27.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	250/807



Pasando ya a los textos que vamos a examinar, los textos técnicos que hacen referencia a la producción de vidrio no son demasiado numerosos (incluiremos textos que hacen referencia tanto a la producción como a la coloración de vidrio, ya que estos se asocian de forma directa a la constitución química del vidrio, pero no aquellos que se refieren al pegado o el pintado de vidrio)<sup>38</sup>. A pesar de esto, es preciso recordar que las recetas de producción de vidrio a veces se incluyen de forma aleatoria en tratados médicos, farmacológicos o, simplemente, misceláneos. Como resultado, su localización a veces depende más de la suerte que de la destreza de los investigadores, y es muy probable que existan muchos más aún por descubrir en los archivos españoles y portugueses<sup>39</sup>.

Además de textos con conexiones ibéricas, también tendré en consideración algunos de los principales tratados técnicos europeos, ya que trataré de determinar hasta qué punto han influido, o se han visto influidos, por los textos hispanos.

Es importante insistir en que los textos etiquetados como “científicos”, “técnicos” y “alquímicos” van a ser analizados desde una misma perspectiva teórica. Durante la Edad Media y la Edad Moderna la alquimia se encontraba libre de las connotaciones negativas que la academia contemporánea ha asociado al género; no se consideraba ni una pseudo-ciencia ni un empeño irracional, sino que se situaba en el eje de la investigación científica,<sup>40</sup> siendo considerada por muchos como la ciencia de la naturaleza por excelencia, sin connotaciones esotéricas<sup>41</sup>. Como vamos a ver, la fertilización mutua entre textos “técnicos” y “alquímicos” es constante. Aunque algunos de los elementos más destacados de la llamada revolución científica renacentista

<sup>38</sup> Es importante resaltar que tras el periodo romano en el que el acento del vidrio parece haberse puesto en su carácter traslúcido o transparente, con lo que los textos clásicos hacen poca incidencia en la cuestión del color, como veíamos en los capítulos 1 y 2, con la expansión en el uso de vidrieras y otros objetos policromos, el color vuelve a asumir un enorme protagonismo entre los textos de época medieval. Govantes-Edwards, D., C. Duckworth y R. Córdoba. 2016. “Recipes and experimentation: the transmission of glassmaking techniques in Medieval Iberia”. *Journal of Medieval Iberian Studies* 8: 179.

<sup>39</sup> Córdoba, R. 2005. “Un recetario técnico castellano del siglo XV: el manuscrito H490 de la Facultad de Medicina de Montpellier”. *En la España Medieval* 28: 8-9.

<sup>40</sup> Eisenstein, E. L. 1979. *The Printing Press as an Agent of Change*. Cambridge: Cambridge University Press: 286; Smith, P. 2008. “Alchemy as the Imitator of Nature”. En D. Von Kerssenbrock-Krosigk (ed) *Glass of the Alchemists: Lead Crystal-Gold Ruby, 1650-1750*. Corning, NY: The Corning Museum of Glass: 25.

<sup>41</sup> Newman, W. R. 1997. “Art, nature and experiment among some Aristotelian alchemists”. In E. Sylla y M. McVaugh (eds) *Texts and Contexts in Ancient and Medieval Science. Studies on the Occasion of John E. Murdoch's Seventieth Birthday*. Leiden: Brill: 311.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	251/807



rechazaran esta filiación, esto no impidió que la alquimia siguiese siendo inmensamente popular hasta finales del siglo XVII<sup>42</sup>.

En este sentido, es importante que mantengamos una posición simétrica hacia toda forma de conocimiento. Es frecuente que adoptemos ideas o prácticas que se adaptan a nuestro propio principio de racionalidad como tales (y también que les asociemos el papel de “semilla” u origen del conocimiento científico contemporáneo, lo que es una práctica altamente desaconsejable por tautológica), mientras desechamos aquellas que no lo hacen, calificándolos como “magia”, “superstición”, etc. Crucialmente, mientras el carácter “fallido” o “falso” de una técnica o idea suele justificarse en términos ideológicos, se considera que aquellos que no lo son se explican por sí mismos, en tanto en cuanto están alineados con la verdad o con el funcionamiento de principios racionales. El conocimiento, esté expresado en términos que resultarían homologables a los empleados en el siglo XXI o estén presentados en términos místicos y metafóricos, expresen una idea científica demostrable o describan un proceso de transmutación físicamente imposible, está siempre sujeto a las fuerzas sociales<sup>43</sup>. Además, los textos medievales a veces presentan una combinación desconcertante de los términos de esta falsa dicotomía, y el papel de la “ciencia” en el progreso del conocimiento técnico no puede ser entendido en ausencia de otras expresiones más esotéricas. Tomando prestada la expresión de Bruno Latour, si queremos explicar la creencia en los platillos volantes (alquimia) debemos estar seguros que esa misma explicación puede usarse de forma simétrica para explicar la creencia en los agujeros negros (química)<sup>44</sup>.

Esto es especialmente importante cuando queremos hacer una aproximación experimental a estos procesos técnicos. Resulta interesante comprobar si una receta

<sup>42</sup> Stanley, C. y M. T. Gnudi. 1990. *The Pirotechnia of Vannoccio Biringuccio. The Classic Sixteenth-Century Treatise on Metals and Metallurgy*. Nueva York: Dover: xiii-xiv. Es preciso recordar que este movimiento intelectual era muy consciente de sí mismo, y que sus representantes tenían gran interés en cortar las amarras con la “oscuridad” de la Edad Media, que en cierto modo se veían expresados por los aspectos místicos (que no prácticos) de la alquimia. Epstein, S. 2005. “Transferring Technical Knowledge and Innovating in Europe, c. 1200-1800”. *Working Papers on The Nature of Evidence: How Well do Facts Travel?* 01/05: 25; Smith, P. 2008. “Alchemy as the Imitator of Nature”. En D. Von Kerssenbrock-Krosigk (ed) *Glass of the Alchemists: Lead Crystal-Gold Ruby, 1650-1750*. Corning, NY: The Corning Museum of Glass: 25.

<sup>43</sup> Pfaffenberger, B. 1992. “Social Anthropology of Technology”. *Annual Review of Anthropology* 21: 499-501.

<sup>44</sup> Latour, B. 1993. *We have never been modern*. Cambridge, Ma: Cambridge University Press: 93.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	252/807



“funciona” (esto es, que hace lo que promete hacer), pero este no puede nunca ser el objeto último de un experimento, si descartamos las recetas que no “funcionan” simplemente como producto de prácticas mágicas y supersticiosas. Nuestro objetivo debe ser un conocimiento más holístico de la estructura y el alcance del conocimiento técnico y de sus formas de transmisión<sup>45</sup>. En todo caso, resulta más interesante determinar por qué una receta que no “funciona” (asumiendo que la hayamos ejecutado correctamente, lo que no siempre es tan fácil como podría parecer) es incluida en un manual técnico y probablemente copiada una y otra vez. En este sentido, los científicos renacentistas eran más respetuosos con nuestro principio de simetría que los de los siglos XX y XXI; aquellos que criticaban la alquimia no lo hacían en base a si la transmutación funcionaba o no, sino a la transparencia, honestidad y productividad de aquellos que la practicaban<sup>46</sup>.

Con respecto a los textos, debemos mencionar nuevamente las *Etimologías* de Isidoro de Sevilla (ver Capítulo 2), que como sabemos es un compendio enciclopédico del siglo VII que, en lo que se refiere al vidrio, depende enteramente de las fuentes clásicas<sup>47</sup>, aunque Isidoro no las menciona. Esta es una pauta que vamos a encontrarnos repetidamente. Algunos autores medievales no eran especialmente cuidadosos a la hora de citar sus fuentes, y en ocasiones estas sencillamente no aparecen o son atribuidas a figuras de autoridad, aunque espurias (o míticas), para dar a los textos mayor peso (no necesariamente de forma consciente o fraudulenta, ya que estas atribuciones pueden haber aparecido en las fuentes que empleaban los autores de los propios textos técnicos, y que estos se limitaban a reproducir, especialmente entre textos alquímicos árabes)<sup>48</sup>. El relato que hace Plinio, recogido por Isidoro, se reproduce en *De Coloribus*

<sup>45</sup> Fors, H., L. M. Principe, y H. Otto Sibum. 2016. “From the Library to the Laboratory and Back Again: Experiment as a Tool for Historians of Science”. *Ambix* 63: 89-90.

<sup>46</sup> Eisenstein, E. L. 1979. *The Printing Press as an Agent of Change*. Cambridge: Cambridge University Press: 278; Long, P. 1991. “The Openness of Knowledge: An Ideal and Its Context in 16<sup>th</sup>-century Writings on Mining and Metallurgy”. *Technology and Culture* 32: 353.

<sup>47</sup> *Etimologías* XVI, 1-6.

<sup>48</sup> Hill, R. “The Literature of Arabic Alchemy”. En M. J. L Young, E. D. Lathan and R. B. Serjeant (eds) *Religion, Learning and Science in the ‘Abbasid Period*. Cambridge: Cambridge University Press: 328-41; Cifuentes, L. 2008. “La ciencia en vulgar y las élites laicas, de la Edad Media al Renacimiento”. En F. Serrano (ed) *Regalo de la vida humana*. Pamplona: Gobierno de Navarra: 146. Un claro ejemplo de esto es Aristóteles, a quien se atribuye el conocimiento vertido en el *Lapidario* de Alfonso X<sup>48</sup> Rodríguez, S. 1981. *Lapidario (según el manuscrito escurialense H. I. 15)*. Madrid: Gredos (Prólogo). Govantes-Edwards, D., C. Duckworth y R. Córdoba. 2016. “Recipes and experimentation: the transmission of glassmaking

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	253/807





*et Artibus Romanorum*, de Eraclio, donde la historia es atribuida a Isidoro<sup>49</sup>. Estos pasajes son por otro lado significativos, porque están entre los pocos que preceden el cambio de fundentes minerales a vegetales, y volveremos a ellos para analizar esta cuestión en mayor detalle.

El *Lapidario* de Alfonso X también hace algunas breves referencias al vidrio, si bien la mayor parte de ellas son de poco interés para nosotros, ya que casi todas se ocupan de las propiedades físicas y alquímicas de distintos tipos de piedra, y el vidrio apenas es mencionado *in passim*. La referencia más clara, y la que manifiesta mayor conocimiento acerca de las propiedades del vidrio es la siguiente:

De la piedra del vidrio [] Piedra es que se funde ligeramente en el fuego, y cuando la sacan de ello, tórnase a su sustancia; pero si la sacan a deshora, a menos de resfriarse un poco, quiebra. Y cualquier color que pongan en ella, recíbelo ligeramente. Y llaga a cualquier animal que hieran con ella tan bien como hierro<sup>50</sup>.

La referencia al proceso de templado de la primera parte de la cita parece clara, así como lo es la alusión a la dureza del vidrio así enfriado en la segunda. Más adelante nos volveremos a referir a este famoso compendio para citar un pasaje que resulta menos claro que el que acabamos de exponer.

Un documento que va a figurar de forma destacada en nuestra explicación es la llamada *Sedacina*, una obra escrita por el alquimista Catalán Guillaume Sedacer en el siglo XIV (ver Apéndice 3 para la transcripción y la traducción al español de este texto), y cuyo capítulo más largo se ocupa de la producción de vidrio<sup>51</sup>. Los intereses de Sedacer

---

techniques in Medieval Iberia". *Journal of Medieval Iberian Studies* 8: 181. Hay que tener en cuenta que este trabajo se relaciona con el apogeo de la llamada Escuela de Traductores de Toledo, que supuso la traducción de la mayor parte de las obras de Aristóteles del árabe al Latín, y que hubo de tener un enorme impacto en la ciencia y la filosofía occidental. Ver Martínez Lorca, A. *Maestros de Occidente. Estudios sobre el pensamiento andalusí*. Madrid: Trotta.

<sup>49</sup> Eraclius *De Coloribus* V. 255

<sup>50</sup> Rodríguez, S. 1981. *Lapidario (según el manuscrito escurialense H. I. 15)*. Madrid: Gredos.

<sup>51</sup> Barthelemy, P. 2002. *La Sedacina ou l'Œuvre au crible*. París-Milán. SÉHA-Archè.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	254/807



eran muy variados, yendo desde la cirugía a la astronomía<sup>52</sup>. El trabajo se enmarca en el creciente interés en tratados técnicos contruidos en torno a una narrativa tecnológica más o menos bien definida, en lugar de las anteriores colecciones misceláneas de recetas técnicas, del que fueron testigos los últimos siglos de la Edad Media<sup>53</sup>. En su trabajo, Sedacer puede haberse visto estimulado por sus patrones, los príncipes de la Corona de Aragón, lo que refleja el creciente interés de diversos grupos sociales que no tenían relación directa con la práctica tecnológica por el conocimiento técnico y alquímico. Esta obra es de enorme interés, no sólo porque la información técnica que proporciona acerca del vidrio, sino por la posición central que Sedacer atribuye a este material en el orden alquímico. De hecho, la descripción que hace Sedacer del proceso de producción del vidrio ya aparece, palabra por palabra, en el *Liber Alterquinus*, considerado el borrador de Sedacer para la *Sedacina*. Significativamente, sin embargo, el *Liber Alterquinus* ni siquiera menciona el vidrio, afirmando que el proceso descrito conduce a la generación de la piedra filosofal. Es más, la *Sedacina* dice que las técnicas de producción de vidrio son aplicables a la transmutación de la materia en los tres reinos (mineral, animal y vegetal), lo que no es ni más ni menos que la naturaleza de la quintaesencia<sup>54</sup>. No es extraño que el vidrio tuviese este efecto entre alquimistas, para los que el vidrio presentaba dos atractivos de suma importancia: al contrario que otros materiales, como los metales, el vidrio es producto del arte humano, no simplemente extraído de la naturaleza y mejorado, además de ofrecer posibilidades de transmutación no reversibles que eran ajenas a cualquier otro tipo de materia<sup>55</sup>.

Otro texto, igualmente de naturaleza alquímica pero muy diferente de la *Sedacina*, que también va a aparecer muy a menudo en esta sección, es la llamada

<sup>52</sup> Barthelemy, P. 1995. "Le verre dans la Sedacina totius artis alchimie fe Guillaume Sedacer". En D. Kahn y S. Matton (eds) *Alchimie: art historie et myths. Actes du 1er colloque international de la Société d'Etude de l'Histoire de l'Alchimie*. París, Milán: Arche: 203-5; 208.

<sup>53</sup> Un ejemplo precoz de esto es *De diversis Artibus*, de Teófilo, probablemente escrito por Roger de Helmarhausen en el siglo XII. Hawthorne, J. G. y C. Stanley Smith. 1979. *Teófilo. On Divers Arts. The Foremost Medieval Treatise on Painting, Glassmaking and Metalwork*. Nueva York: Dover; Córdoba, R. 2011. "Recetas medievales para el vidrioado de la cerámica". *Meridies* IX:137-8.

<sup>54</sup> *Sedacina* XXII, 1; en este aspecto, Sedacer parece seguir la estela de Arnaud de Villeneuve y John Dastin. Barthelemy, P. 1995. "Le verre dans la Sedacina totius artis alchimie fe Guillaume Sedacer". En D. Kahn y S. Matton (eds) *Alchimie: art historie et myths. Actes du 1er colloque international de la Société d'Etude de l'Histoire de l'Alchimie*. París, Milán: Arche: 207; 210; 220-1.

<sup>55</sup> Von Kerssenbrock-Krosigk, D. 2008. "Introduction". En D. Von Kerssenbrock-Krosigk (ed) *Glass of the Alchemists: Lead Crystal-Gold Ruby, 1650-1750*. Corning, NY: The Corning Museum of Glass: 12.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	255/807



*Epistola Abreviatoria*, una carta truncada supuestamente enviada por un tal Christophoro de Sotomayor a su amigo Juan de Alcalá, en la que se explican varias recetas para la producción de vidrio<sup>56</sup>. El texto fue encontrado en la Biblioteca Menéndez y Pelayo de Santander, y ya fue objeto de una breve nota por parte de David Whitehouse<sup>57</sup>. Aunque su interpretación de los aspectos técnicos relativos al vidrio descritas es impecable, en otros aspectos la interpretación que hace Whitehouse de este documento es mucho más discutible. Para empezar, el texto fue fechado en el siglo XVI, de acuerdo con el papel en el que estaba escrito, pero esto supone ignorar el hecho de que el manuscrito analizado por Whitehouse es una copia, encuadrado en un volumen que incluía diversos textos alquímicos, con lo que el texto puede considerarse considerablemente más antiguo. Whitehouse ignoraba que otra copia (idénticamente truncada) de la carta (y del resto de elementos del volumen), se ha conocido desde el siglo XIX entre los depósitos de la biblioteca de la Universidad de Oviedo, una copia que De Luanco atribuye, como copista, al notario Gonzalo Rodríguez de Passera, fechando así el manuscrito en la segunda mitad del siglo XV<sup>58</sup>. De este modo, el texto no puede ya fecharse a principios del siglo XVI, y otras inferencias desarrolladas a partir de este punto (sobre las que volveremos luego), deben también de ser descartadas. Con la evidencia de la que disponemos, es imposible dar una fecha alternativa, pero debe notarse que los dos volúmenes que contienen la *Epistola Abreviatoria* incluyen también *De Consideratione Quintae Esentiae*, de Juan de Roquetaillade, un alquimista del siglo XIV. Además de esto, Whitehouse interpretó, en base al apellido del autor del documento, que este debe haber procedido de la municipalidad epónima de Galicia, pero Sotomayor es un nombre relativamente común en Castilla, y nada parece justificar esta asociación entre homónimo y topónimo. Finalmente, Whitehouse tomó el documento aisladamente del volumen en el que este estaba encuadrado, y lo consideró un documento técnico sin mayores implicaciones, pero lo cierto es que esto

<sup>56</sup> Este texto aún no ha sido publicado en su totalidad. Puede ser encontrado en el Apéndice 3 en su transcripción literal, tras haber sido encontrado en el David Whitehouse Research Archive, Corning Museum of Glass. David Whitehouse Curatorial Files (Unprocessed) RG 13 505. The Rakow Research Library. The Corning Museum of Glass. Corning. Nueva York.

<sup>57</sup> Whitehouse, D. 2006. "The 'Epistola Abreviatoria': a description of glassmaking in Renaissance Spain". En K. Janssens, P. Degryse, P. Cosyins, J. Caen y L. Van't dack (eds) *Annales du 17e Congrès, AIHV*. Amberes: AIHV: 355-8.

<sup>58</sup> De Luanco, J. R. 1889. *La alquimia en España*. Barcelona: Fidel Giró: 109-12.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	256/807



supone privar al manuscrito de buena parte de su interés. El texto está escrito en latín, lo que no lo convierte precisamente en el vehículo ideal para transmitir información a los artesanos de la época, y se encuentra repleto de referencias alquímicas, por lo que no puede negarse que Christophoro de Sotomayor se consideraba a sí mismo un alquimista (el texto original y su traducción al castellano aparecen en el Apéndice 3).

Finalmente, contamos con un pequeño número de recetas que tratan de la producción de vidrio (tres recetas para colorear y hacer vidrio, y uno para vedrios cerámicos)<sup>59</sup>, dentro del manuscrito H-490 en L'école de Medicine de la Universidad de Montpellier<sup>60</sup> (ver el texto completo de las recetas relativas al vidrio en el Apéndice 3). El texto está casi completamente escrito en español (el resto está escrito en latín), y es una recopilación de recetas de naturaleza médica y botánica. Posiblemente, los textos fuesen escritos por Juan de Celaya, un maestro de artes de la Universidad de Salamanca entre 1460 y 1480, en la mejor tradición de complicaciones bajomedievales que surgían a menudo en torno a los círculos universitarios<sup>61</sup>. Este es un ejemplo paradigmático de este tipo de volúmenes: una colección de recetas misceláneas, compiladas sin excesivo orden y sin una lógica unificadora<sup>62</sup>. Recientemente, se ha identificado un texto similar en la biblioteca del Palacio Real de Madrid, que incluye una breve receta para teñir el vidrio de rojo<sup>63</sup>.

Es necesario hacer en este punto un *excursus* para examinar el posible papel jugado por las fuentes andalusíes en el desarrollo de esta literatura técnica. Es común el argumento de que la frontera entre al-Ándalus y los reinos cristianos del norte fue el medio de fructíferas dinámicas de intercambio, incluyendo el intercambio de tecnología

<sup>59</sup> Córdoba, R. 2005. "Un recetario técnico castellano del siglo XV: el manuscrito H490 de la Facultad de Medicina de Montpellier". *En la España Medieval* 28: 10.

<sup>60</sup> No huelga destacar que este no es el único manuscrito en esta biblioteca que trata sobre la producción de vidrio, algo que también ocurre con el manuscrito H-486, documento en Italiano fechado a principios del siglo XV. Zecchin, L. 1964. "Le Ricette Vetrarie di Montpellier". *Journal of Glass Studies* 6: 75-82.

<sup>61</sup> Córdoba, R. 2005. "Un recetario técnico castellano del siglo XV: el manuscrito H490 de la Facultad de Medicina de Montpellier". *En la España Medieval* 28: 9; Cifuentes, L. 2008. "La ciencia en vulgar y las élites laicas, de la Edad Media al Renacimiento". En F. Serrano (ed) *Regalo de la vida humana*. Pamplona: Gobierno de Navarra:143-5.

<sup>62</sup> Córdoba, R. 2005. "Un recetario técnico castellano del siglo XV: el manuscrito H490 de la Facultad de Medicina de Montpellier". *En la España Medieval* 28: 10.

<sup>63</sup> Biblioteca del Palacio Real. Ms. II/1393 (6). Para el texto completo de estas recetas ver Apéndice 3.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	257/807



y conocimientos, y que muchas técnicas entraron en la Europa cristiana por esa vía<sup>64</sup>. El origen de ciertas tecnologías, como la de la cerámica vidriada, en zonas situadas bajo dominio del Islam está plenamente aceptada<sup>65</sup>, y muchos trabajos, tanto originales como traducciones al árabe de obras clásicas y post-clásicas, fueron traducidas al latín o a las lenguas vernáculas, especialmente a partir del siglo XII<sup>66</sup>.

A pesar de esto, este proceso sólo se conoce de forma muy general y los detalles de muchos de estos episodios de interacción aún están pendientes de ser explorados en profundidad. En lo que se refiere a la expresión escrita del conocimiento técnico (o alquímico), esto se ve exacerbado por el hecho de que muchos de los textos más relevantes aún permanecen inéditos o no han sido traducidos<sup>67</sup>. De cualquier forma, además, estos préstamos no se vieron limitados a la Península Ibérica, y procesos técnicos inspirados por la ciencia desarrollada en las regiones bajo dominio del Islam aparecen en manuales y recopilaciones europeas, como el *Mappae Clavicula* y el *Liber Sacerdotum*<sup>68</sup>. Se ha afirmado también que la terminología química resulta en gran medida dependiente de la lengua árabe, y lo cierto es que términos tan centrales para cualquier discusión acerca de la producción medieval de vidrio como “álcali”<sup>69</sup> y “sosa” son de origen árabe.<sup>70</sup>

<sup>64</sup> Vernet, J. 1994. “Natural and technical sciences in al-Ándalus”. En S. Khadra Jarryusi (ed) *The Legacy of Muslim Spain*. Leiden: Brill: 939.

<sup>65</sup> No solamente el origen, sino que esta línea de transferencia se mantuvo durante toda la Edad Media. Por ejemplo, la producción de unas tipologías cerámicas conocidas como “loza dorada” nazarí fue pronto importada por la Corona de Aragón, y algo similar puede afirmarse de la llamada “cerámica de Paterna”. García Porras, A. 2012. “El azul en la producción cerámica bajomedieval de las áreas islámica y cristiana de la Península Ibérica”. En S. Gelichi (ed) *Atti del IX Congresso Internazionale Sulla Ceramica Medievale Nel Mediterraneo*. Florencia: All’Insegna del Giglio: 26-7; McSweeney, A. En prensa. “Rethinking the borders of Islamic art: Paterna ceramics from the 14<sup>th</sup> century to today”. En D. Govantes-Edwards (ed) *Archaeology, Politics and Islamate Cultural Heritage in Europe*. Londres: Equinox.

<sup>66</sup> Amasuno, M. V. 1985. “En torno a las Fuentes de la literatura científica del siglo XIII: presencia del Lapidario de Aristóteles en el alfonsí”. *Revista Canadiense de Estudios Hispánicos* 9: 299-328; Burnett, C. 1994. “The translating activity in medieval Spain”. En S. Khadra Jarryusi (ed) *The Legacy of Muslim Spain*. Leiden: Brill: 1036-1058; Córdoba, R. 1997. “Algunas consideraciones sobre el legado tecnológico andalusí en la Córdoba Cristiana”. *Acta historica et archaeologica mediaevalia* 18: 335-75.

<sup>67</sup> Forster, R. 2016. “Arabic Alchemy. Texts and Contexts”. *Al-Qantara* XXXVII: 269-278.

<sup>68</sup> En el caso del anónimo *Liber Sacerdotum* (Bibliothèque Nationale, París. Ms. 6514) es muy probable que el canal de transmisión fuese al-Ándalus, ya que existen una serie de referencias a España, por ejemplo, en la receta 112, que indica “si in vitreo vase vel scutello Ispanie operari volueris”. Ver Berthelot, M. 1889. *Introduction à l'étude de la chimie, des anciens et du moyen âge*. París: G. Steinheil: 210.

<sup>69</sup> La palabra “kali”, de la que procede el término, es el nombre vernáculo que se da en la región del Próximo oriente a la especie halófila *Haloxylon articulatum*, que ya aparece mencionada por el geógrafo árabe al-Mukadasī como exportación de la provincia de Alepo, siendo empleada para el tratamiento de los textiles. Ashtor, E., G. Cevidalli. 1983. “Levantine Alkali Ashes and European Industries”. *Journal of*

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	258/807



De cualquier forma, no conocemos ningún texto andalusí que haga mención explícita a las técnicas de producción de vidrio, aunque sí se conocen algunas en otras regiones del Islam, por ejemplo al-Jābir (siglo VIII), Almass'oudi (siglo X) y al-Bīrūnī (siglos X y XI)<sup>71</sup>.

Es posible, sin embargo, apreciar préstamos andalusíes en la *Sedacina* y el Ms. H-490 de Montpellier. En lo que se refiere a la *Sedacina*, Sedacer cita varias fuentes, aunque algunas de estas pueden descartarse por apócrifas<sup>72</sup>. Entre sus referencias procedentes del mundo islámico podemos destacar el llamado *Liber de Aluminibus et Salibus*, un trabajo tradicionalmente atribuido a Abū Bakr Muhammad ibn Zakariyyā al-Rāzī (m. 925), siguiendo la opinión de Gerard de Cremona (m. 1187), quien tradujo la obra al latín<sup>73</sup>. Recientemente, sin embargo, esta atribución se ha visto cuestionada, y aunque no ha podido establecerse una autoría alternativa, ahora se piensa que la obra pertenece a un autor andalusí del siglo XII<sup>74</sup>. Esta interpretación, además, explicaría las constantes referencias a al-Ándalus en la obra, sin tener que recurrir a unas supuestas interpolaciones introducidas por copistas andalusíes<sup>75</sup>. Esta obra tuvo gran difusión durante la Edad Media, incluyendo autores como Vincent de Beauvais y Roger Bacon<sup>76</sup>.

El uso de esta obra en la *Sedacina* tiene un enorme interés, aunque Sedacer atribuye el *Liber de Aluminibus et Salibus* erróneamente a Avicena. El *Liber de Aluminibus et Salibus* no toca el asunto de vidrio, al tratarse de un tratado sobre las

*European Economic History* 12: 482; Henderson, J. 2012. *Ancient Glass. An Interdisciplinary Exploration*. Cambridge: Cambridge University Press: 263-4.

<sup>70</sup> Brill, R. 2001. "Some thoughts on the chemistry and technology of Islamic glass". En S. Carboni y D. Whitehouse *The glass of the sultans*. Nueva York: The Metropolitan Museum of Art: 39.

<sup>71</sup> Henderson, J. 2012. *Ancient Glass. An Interdisciplinary Exploration*. Cambridge: Cambridge University Press: 263-5; Govantes-Edwards, D., C. Duckworth y R. Córdoba. 2016. "Recipes and experimentation: the transmission of glassmaking techniques in Medieval Iberia". *Journal of Medieval Iberian Studies* 8: 185.

<sup>72</sup> María la Judía, Damasceno, Tomás de Aquino, etc. Barthelemy, P. 1995. "Le verre dans la *Sedacina* totius artis alchimie fe Guillaume Sedacer". En D. Kahn y S. Matton (eds) *Alchimie: art historie et myths. Actes du 1er colloque international de la Societé d'Etude de l'Histoire de l'Alchimie*. París, Milán. Arche: 216-7.

<sup>73</sup> Steele, R. 1929. "Practical Chemistry in the Twelfth Century. Rasis de alumibus et salibus". *Isis* 12: 10-46. Otras referencias menores incluyen el *Liber de Septuaginta*, de Jābir Ibn Hayyan's, y el *Secretum Secretorum* de al-Rāzī.

<sup>74</sup> Ferrario, G. 2009. "An Arabic Dictionary of Technical Alchemical Terms: MS Sprenger 1908 of the Staatsbibliothek zu Berlin". *Ambix* 56: 42-3.

<sup>75</sup> Steele, R. 1929. "Practical Chemistry in the Twelfth Century. Rasis de alumibus et salibus". *Isis* 12: 12.

<sup>76</sup> Ferrario, G. 2007. "Origins and Transmission of the *Liber de aluminibus et salibus*". En L. M. Principe (ed) *Chymists and Chymistry. Studies in the History of Alchemy and Early Modern Chemistry*. Sagamore Beach: Weston Publishing: 137.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	259/807



propiedades de diversas sustancias, incluidas las sales. Sin embargo, hace una descripción de una sal mineral (“alkali”) que, mezclada con guijarros, da lugar al vidrio<sup>77</sup>.

7 [] Si se mezcla con piedras de río, las cualidades de la *sal alkali* las convierten en vidrio, una cualidad que no todas las sales comparten [] el vidriero, al quemar las piedras blancas de río, al disolverlas y hacerlas líquidas, puede transformar [la sal] en vidrio<sup>78</sup>.

Aunque la fórmula para la producción de vidrio propuesta por Sedacer es típica (como veremos) para su época, empleando las cenizas de las salicornias como fundente, este autor estaba claramente intrigado por esta mención a las sales minerales por parte del autor del *Liber de Aluminibus et Salibus*, una sal mineral que recuerda poderosamente al natrón. No obstante, Sedacer debió haber pensado que el autor del *Liber de Aluminibus et Salibus* estaba en un error, porque el uso de fundentes minerales en la producción de vidrio debía haberse olvidado, al menos al nivel de la práctica, mucho tiempo antes de que estos textos fuesen escritos (es muy probable que el autor del *Liber de Aluminibus et Salibus* encontrase la referencia al uso de sales minerales en la producción de vidrio en una fuente anterior)<sup>79</sup>. Por otro lado, una de las características comunes a algunas recetas de producción de vidrio que emplean cenizas vegetales como fundentes es la necesidad de retirar unas excrecencias semi-vitrificadas de la superficie del vidrio en formación<sup>80</sup>. Guillaume Sedacer parece haber asistido a este fenómeno en persona, y trató de conciliar sus conocimientos prácticos con lo que decía su fuente, identificando las excrecencias que se forman sobre el vidrio con la sal

<sup>77</sup> *Liber de Aluminibus et Salibus* 7. Quizás esta sea la “piedra del vidrio” y el “melizlumen” al que se refiere el Lapidario de Alfonso X. Rodríguez, S. 1981. *Lapidario (según el manuscrito escurialense H. I. 15)*. Madrid: Gredos.

<sup>78</sup> Traducido a partir de la versión latina en Steele, R. 1929. “Practical Chemistry in the Twelfth Century. Rasis de aluminibus et salibus”. *Isis* 12: 17.

<sup>79</sup> Si aceptamos esto, es necesario recordar que esta receta de vidrio estaría incompleta, ya que la mezcla de un fundente rico en sodio como el natrón con guijarros molidos, que son sílice en un estado muy puro, hubiese resultado en la producción de un vidrio inestable por la ausencia de cal.

<sup>80</sup> Los experimentos llevados a cabo por John Pearson bajo la supervisión de Chloe Duckworth en la Universidad de Newcastle (Reino Unido) han confirmado experimentalmente la formación de estas excrecencias y la necesidad de retirarlas para facilitar la formación del vidrio. Ver Pearson, J. *Text, transformation and practice. Experimental experience and the archaeology of glassmaking in medieval Spain*. Tesis de máster inédita. Newcastle University.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	260/807





mineral mencionada por el autor del *Liber de Aluminibus et Salibus*<sup>81</sup>, que fueron de esta forma consideradas “la descendencia” (“el alma de la virgen creciente”) de las sales vegetales<sup>82</sup>.

La naturaleza práctica del tratado de Sedacer ha sido subrayada con frecuencia, y el hecho de que conociese la formación de estas excrecencias parece confirmar sus conocimientos prácticos sobre las técnicas de fusión de vidrio. Debemos recordar que Cataluña era un importante centro vidriero en la Baja Edad Media<sup>83</sup>, y es posible que Sedacer frecuentase vidrieros en sus talleres, como parece deducirse de sus conocimientos relativamente especializados<sup>84</sup>.

Las referencias islámicas en el Ms. H-490 de Montpellier son igualmente claras, pero no afectan de forma directa a las recetas que se refieren al vidrio. Estas referencias incluyen, amén de un enorme número de arabismos, un *Libro para mostrar los tesoros y almadenes de oro e plata que son en España*, atribuido a un, por otro lado desconocido, autor musulmán llamado Andallo Abensaron, y copiado de un original conservado en Fez<sup>85</sup>. No obstante, Palomar y colaboradores han argumentado que el “genoli”<sup>86</sup> mencionado en la receta 31 es probablemente un pigmento basado en el estannato de plomo ( $Pb_2SnO_4$ ) empleado en un tipo de vidrio opaco conocido como Vidrio Valenciano, y que éste es similar a las fritas de vidrio identificadas por Molera y colaboradores en vidrios andalusíes, lo que probablemente indica una conexión islámica<sup>87</sup>. Brill argumentaba que los vidrios plomados empiezan a aparecer en Europa

<sup>81</sup> Sedacina XXII, 7.

<sup>82</sup> Sedacina XXII, 10; Barthelemy, P. 1995. “Le verre dans la Sedacina totius artis alchimie fe Guillaume Sedacer”. En D. Kahn y S. Matton (eds) *Alchimie: art historie et myths. Actes du 1er colloque international de la Societé d’Etude de l’Histoire de l’Alchimie*. París, Milán. Arche:212; 221-2.

<sup>83</sup> Riaño, J. F. 1879. *The industrial arts in Spain*. Londres: Chapman and Hall: 234-5; Glick, T. F. 1979. *Islamic and Christian Spain in the Early Middle Ages*. Leiden: Brill: 241; Foy, D. 2001. *Le verre medieval et son artisanat en France méditerranéenne*. París: CNRS: 59.

<sup>84</sup> Barthelemy, P. 1995. “Le verre dans la Sedacina totius artis alchimie fe Guillaume Sedacer”. En D. Kahn y S. Matton (eds) *Alchimie: art historie et myths. Actes du 1er colloque international de la Societé d’Etude de l’Histoire de l’Alchimie*. París, Milán. Arche: 227-8.

<sup>85</sup> H-490 229v; Córdoba, R. 2005. “Un recetario técnico castellano del siglo XV: el manuscrito H490 de la Facultad de Medicina de Montpellier”. En *la España Medieval* 28: 10-1.

<sup>86</sup> H-490 231v.

<sup>87</sup> Molera, J., T. Pradell, N. Salvadó y M. Vendrell. 2007. “Lead frits in Islamic and Hispano-Moresque glazed productions”. En A. J. Shortland, I. Freestone y T. Rehren (eds) *From Mine to Microscope. Advances in the Study of Ancient Technology*. Oxford: Oxbow: 11-22; Palomar, T., R. J. Díaz Hidalgo y M. Vilarigues. 2018. “Pigments, vinegar and blood: Interpretation and reproduction of glassy materials from the medieval manuscript H-490”. *International Journal of Applied Glass Science* 9: 557-8. Para un repaso exhaustivo de los materiales empleados en el vidriado de la cerámica ver Córdoba de la Llave, R. 2008.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	261/807



occidental en torno al siglo XII, y que esto posiblemente fuese una influencia del uso de vedrios plomados en las cerámicas islámicas<sup>88</sup>. Esta es una idea atractiva, si bien parece bastante más plausible que el punto de contacto fuese la frontera entre al-Ándalus y los reinos cristianos del norte que la larga ruta del Danubio y el Volga que unía comercialmente Escandinavia con Oriente Medio, como proponía Brill, aunque la posibilidad de que ambas áreas de contacto contribuyeran a la dispersión de la tecnología de los vidrios plomados ha de considerarse igualmente.

Más allá de esto, el autor del manuscrito H-490 menciona sólo una autoridad en lo que se refiere al vidrio,<sup>89</sup> la de Alberto Magno, conocido en la Edad Media por su amplísima curiosidad científica, pero no he encontrado referencia alguna en la obra de Alberto Magno que justifique esta atribución<sup>90</sup>.

Este sigue siendo, en cualquier caso, un campo donde queda mucho trabajo por hacer. Como hemos afirmado, muchos textos técnicos y alquímicos producidos en áreas bajo dominio del Islam siguen a la espera de ser editados y traducidos, y parece probable que el futuro producirá evidencias de nuevas conexiones. Por ejemplo, el *Rutbat al-Ḥakīm*, “hermano” del mejor conocido *Ghāyat al-Ḥakīm* (también conocido como *Picatrix*), que han sido atribuidos convincentemente por Maribel Fierro a Maslama b. Qāsim al-Qurtubī (m. 964)<sup>91</sup>.

Pasando ya a otros indicios de filiación, uno de los principales problemas para establecer los posibles lazos entre distintos textos técnicos y entre estos y las prácticas artesanales que les eran contemporáneas es que nuestros conocimientos sobre la producción de vidrio en la Edad Media, especialmente en la Península Ibérica, siguen

“Las artes del fuego: metalurgia y alfarería” En P. Navascués Palacio (ed) *Ars Mechanicae. Ingeniería medieval en España*. Madrid: Ministerio de Fomento: 203-13.

<sup>88</sup> Brill, R. 2001. “Some thoughts on the chemistry and technology of Islamic glass”. En S. Carboni y D. Whitehouse *The glass of the sultans*. Nueva York: The Metropolitan Museum of Art: 37.

<sup>89</sup> H-490 (receta 33).

<sup>90</sup> Wyckoff, D. (trad). 1967. *Albertus Magnus. Book of Minerals*. Oxford: Clarendon Press; Best, M. y F. Brightman (trads). 1973. *The Book of Secrets of Albertus Magnus*. Oxford: Clarendon Press; Resnick, I. (trad). 2010. *Albertus Magnus. On the Causes of the Properties of the Elements*. Milwaukee: Marquette University Press.

<sup>91</sup> Fierro, M. 1996. “Bātinism in al-Ándalus. Maslama b. Qāsim al-Qurtubī (d. 353/964), author of the *Rutbat al-Ḥakīm* and the *Ghāyat al-Ḥakīm* (*Picatrix*)”. *Studia Islamica* 84: 98. Para el trasfondo intelectual de estos trabajos ver de Callatay, G. 2013. “Magia en al-Ándalus: Rasa’il ijwan al-Safa’, *Rutbat al-hakim* y *Gayat al-hakim* (*Picatrix*)”. *Al-Quantara* XXXIV: 320-1; de Callatay, G. 2017. “Encyclopaedism on the fringe of Islamic Orthodoxy: The Rasa’il Ikhwan al-Ṣafā’, the *Rutbat al-ḥakim* and the *Ghāṭat al-ḥakim* on the Division of Science”. *Asia* 71: 866.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	262/807



siendo muy parciales. De esta manera, las diferencias que existen entre los procedimientos técnicos expuestos en los distintos textos no siempre resultan fáciles de explicar, ya que no contamos con un marco más o menos completo en el que situar los textos y así poder evaluar hasta qué punto estos pudieron contribuir a la expansión del conocimiento técnico. Esta dificultad se ve exacerbada por el hecho de que los procesos básicos de producción de vidrio presentados en cada texto son similares, con pocas excepciones.

Véase por ejemplo, la preparación de la frita, el proceso por el que las materias primas que componen el vidrio son reducidas a un estado semi-vítreo y molidas antes de ser sometidos a una segunda hornada. La preparación de frita es una de las pautas recurrentes en los textos, al menos de aquellos redactados con posterioridad a la sustitución del natrón por los fundentes vegetales, porque no parece que este procedimiento se pusiese en práctica durante el periodo clásico o la antigüedad tardía. Aparece como parte del proceso estándar en *De Diversis Artibus*<sup>92</sup>, la *Sedacina*<sup>93</sup>, y la *Epistola Abreviatoria*<sup>94</sup>, y ya en el siglo XVI en la *Pirotechnia* de Vannoccio Biringuccio<sup>95</sup>, y la *Historia Natural de Catalunya*, de Pere Gil<sup>96</sup>. La práctica de preparar la frita, por tanto, se encuentra asociada con la adopción de las cenizas vegetales como fundente, habiendo sido identificada por Julian Henderson y colaboradores en los talleres de al-Raqqqa, y apareciendo descrita en el tratado en cerámicas vidriadas escrito por Abū'l Qāsim en el Próximo Oriente en 1301<sup>97</sup>.

<sup>92</sup> *De Diversis Artibus* II. 4.

<sup>93</sup> *Sedacina* XXII, 4-7.

<sup>94</sup> Whitehouse, D. 2006. "The 'Epistola Abreviatoria': a description of glassmaking in Renaissance Spain". En K. Janssens, P. Degryse, P. Cosyins, J. Caen y L. Van't dack (eds) *Annales du 17e Congrès, AIHV*. Amberes: AIHV: 356.

<sup>95</sup> Stanley, C. y M. T. Gnudi. 1990. *The Pirotechnia of Vannoccio Biringuccio. The Classic Sixteenth-Century Treatise on Metals and Metallurgy*. Nueva York: Dover: 126-7; Incidentalmente, hasta donde yo sé, Biringuccio es el primer autor en dar instrucciones para puentear este paso

<sup>96</sup> Guidol, J. 1936. *Els vidres catalans*. Barcelona: Alpha: 156. La transcripción que vamos a seguir es la presentada por Guidol (ver Apéndice 3 para la transcripción y la traducción), basada en su lectura del manuscrito C.XXX.5 de la Biblioteca Espiscopal del Seminario de Barcelona.

<sup>97</sup> Allan, J. W. 1973. "Abū'l Qāsim's Treatise on Ceramics" *Iran* 11: 111-20; Ver también Brill, R. 2001. "Some thoughts on the chemistry and technology of Islamic glass". En S. Carboni y D. Whitehouse *The glass of the sultans*. Nueva York: The Metropolitan Museum of Art: 37. Algunos de los textos antiguos presentan pasajes que podrían ser interpretados como una referencia a esta práctica, pero lo cierto es que son referencias muy confusas, especialmente en ausencia de evidencias arqueológicas o composicionales que las apoyen. Por tanto, estos pasajes deben ser interpretados como adiciones posteriores a las compilaciones en las que aparecen, y sería interesante examinar la estratigrafía textual de estos textos. Ver Tolaini, F. 2003. *De tinctio omnium musivorum*. Technical recipes for Glass in the so-

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	263/807



También puede argumentarse que la siguiente cita del Lapidario de Alfonso X hace referencia a este proceso, aunque como en casi todos los casos con esta obra, el lenguaje es opaco y poco clarificador:

Del XI grado del Signo de Sagitario es la “piedra del vidrio” [¿cuarcitas?]. Y de esta manera a una que es por si cuerpo, y otra que es incorporada con la arena, y cuando la purgan, y la apartan de ella, júntase y hace por si cuerpo<sup>98</sup>.

En lo que se refiere a los ingredientes para la producción de vidrio, también existen pocas variantes, al menos a primera vista. Como fundente, la *Sedacina* propone el uso de la Barrilla (“soda”, “salicornia”) – aunque también menciona la posibilidad de usar cenizas de helecho<sup>99</sup> – al igual que la *Epistola Abreviatoria* (“barrilla”)<sup>100</sup> para dos de sus variedades de vidrio (ver más abajo para la tercera) y la *Historia Natural de Catalunya* (“çosa”, “barrella”)<sup>101</sup>. Teófilo, por su parte, recomienda cenizas de madera de haya<sup>102</sup>, y Biringuccio menciona las salicornias, además del helecho y el líquen<sup>103</sup>, y Georg Agricola prescribe las salicornias como primera opción, seguidas por las sales minerales, la sosa caustica y las cenizas de hiedra<sup>104</sup>. De este modo, aunque se presentan diversas opciones, estas parecen depender en gran medida de la disponibilidad de materiales vitrificables más que en otras consideraciones, porque las plantas mencionadas funcionan de forma similar<sup>105</sup>. Es más, el conocimiento de que

---

called Mappae Clavicula”. En M. Beretta (ed) *When Glass Matters. Sciences and Crafts facing Glass from Graeco-Roman Antiquity to Early Modern Era*. Florencia: Biblioteca de “Nuncius”: 1-18; Freestone, I. 2008. “Pliny on Roman Glassmaking”. En M. Martín-Torres y T. Rehren (eds) *Archaeology, History & Science. Integrating approaches to ancient materials*. Walnut Creek: Left Coast Press: 77-100.

<sup>98</sup> Rodríguez, S. 1981. *Lapidario (según el manuscrito escurialense H. I. 15)*. Madrid: Gredos.

<sup>99</sup> *Sedacina* XXII, 4.

<sup>100</sup> Whitehouse, D. 2006. “The ‘Epistola Abreviatoria’: a description of glassmaking in Renaissance Spain”. En K. Janssens, P. Degryse, P. Cosyins, J. Caen y L. Van’t dack (eds) *Annales du 17e Congrès, AIHV*. Amberes: AIHV: 356.

<sup>101</sup> Guidol, J. 1936. *Els vidres catalans*. Barcelona. Alpha: 156.

<sup>102</sup> *De Diversis Artibus* II. 4.

<sup>103</sup> Stanley, C. y M. T. Gnudi. 1990. *The Pirotechnia of Vannoccio Biringuccio. The Classic Sixteenth-Century Treatise on Metals and Metallurgy*. Nueva York: Dover: 127.

<sup>104</sup> Clark Hoover, H. y L. Henry Hoover (trans). 1950. *Georgius Agricola. De Re Metallica*. Nueva York: Dover: 585.

<sup>105</sup> En los textos ibéricos no se refleja en ningún caso el uso de sal común entre los fundentes, que si aparece en algunos manuscritos italianos (e.g. Pal. 934. s. XVI Fondo Palatino. Florencia). Pomaro, G.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	264/807



estas plantas eran ingrediente habitual en las recetas de vidrio parece haber sido común incluso entre no especialistas: en el siglo XIII, el *Thesaurus Thesaurorum et Rosarium Philosophorum* de Arnaldo de Vilanova afirmaba que la gente rústica “transforma la ceniza en vidrio”<sup>106</sup>, mientras que mucho más tarde, en los últimos compases del siglo XV, el *Itinerarium Hispanicum* de Hieronymus Münzer delataba un considerable conocimiento acerca de las prácticas de producción de vidrio, al comparar las cenizas de salicornia con las cenizas ricas en potasio en uso en la Alemania de la que era nativo (ver Apéndice 3 para el texto completo de esta cita y su traducción)<sup>107</sup>.

El principal elemento estructural del vidrio es, por otro lado, casi idéntico en todos los casos, dado que los textos prescriben el uso de una fuente de silicio tan pura como sea posible. La *Sedacina* hace uso de “guijarros de río, también llamados *giges*”<sup>108</sup>, mientras que la *Epistola Abreviatoria* hace otro tanto (“*guigues*”), evitando la arena (“*guigib[us] vel arena*”) al igual que el Ms. H-490 de Montpellier “piedra guija blanca”; Hieronymus Münzer, por su lado, menciona “la arena más blanca”<sup>109</sup>, y la *Historia Natural de Catalunya* “*albi* o piedra albanesa”<sup>110</sup>.

En lo que se refiere a las proporciones en las que estos materiales han de ser mezclados, nos encontramos de nuevo con pocas diferencias. La *Sedacina* prescribe la mezcla de dos partes de ceniza con una de arena/guijarros<sup>111</sup>, que es la misma proporción recomendada por la *Epistola Abreviatoria* para su vidrio de menor calidad

1991. *I ricettari del Fondo Palatino della Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze.: inventario*. Milán: Editrice Bibliografica: 199; Moretti, C. 2006. “The chemical practice of glassmakers in Renaissance recipe manuscripts: the dressing and treatment of raw materials”. En K. Janssens, P. Degryse, P. Cosyins, J. Caen y L. Van’t dack (eds) *Annales du 17e Congrès, AIHV*. Amberes: AIHV: 351-4.

<sup>106</sup> De Luanco, J. R. 1889. *La alquimia en España*. Barcelona: Fidel Giró: 258.

<sup>107</sup> *Itinerarium Hispanicum* 3. Puyol, J. 1924. “Jerónimo Münzer. Viaje por España y Portugal en los años 1494 y 1495. Conclusión”. *Boletín de la Real Academia de la Historia* 84: 197-279. La edición original en Pfandl, L. 1920. “Itinerarium Hispanicum. Hieronymi Monetarii. 1494-1495” *Revue Hispanique* 48: 1-179. En este itinerario, Münzer también relata la visita realizada a un taller de vidrio en Alhama de Murcia, donde las barrillas pueden encontrarse en abundancia. Un texto similar es el *De Rebus Hispaniae Memorabilibus* de Marineo Sículo, que en este caso destaca las producciones de vidrio de Valencia, Murcia, Sagunto, Talavera y Olivares de Duero. Rivera, R. 2000. *Estudio filológico sobre De Rebus Hispaniae Memorabilibus*. Tesis doctoral inédita: Universidad Complutense de Madrid: 37; 52.

<sup>108</sup> *Sedacina* XXII, 4.

<sup>109</sup> *Itinerarium Hispanicum* 3. Puyol, J. 1924. “Jerónimo Münzer. Viaje por España y Portugal en los años 1494 y 1495. Conclusión”. *Boletín de la Real Academia de la Historia* 84: 197-279.

<sup>110</sup> Guidol, J. 1936. *Els vidres catalans*. Barcelona. Alpha: 156.

<sup>111</sup> *Sedacina* XXII, 4.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	265/807



y<sup>112</sup>, fuera de la Península Ibérica, por Teófilo<sup>113</sup> y Georg Agricola<sup>114</sup>. Las únicas desviaciones de esto son la segunda y tercera receta en la *Epistola Abreviatoria*, en las que Sotomayor recomienda proporciones de 3/2 para el vidrio que denomina “cristalino”, y 1/1 para el mejor vidrio o “physica”<sup>115</sup>. Esta diferencia, sin embargo, es más aparente que real, al menos en lo que se refiere a la proporción entre elemento formador y fundente, porque estas dos recetas prescriben métodos de depuración de las cenizas, reduciendo las impurezas y, por tanto, incrementando la presencia relativa del fundente en el vidrio (estos métodos de depuración eran conocidos también en Venecia y en Próximo Oriente<sup>116</sup>, y eran empleados también en la extendidísima industria del jabón, con lo que no es extraño que se desarrollaran de forma más o menos simultánea en varias regiones); el vidrio resultante, de cualquier manera, tendría una menor cantidad de impurezas que aquellos producidos con cenizas sin purificar, lo que probablemente justifica la aseveración de Sotomayor de que se trataría de vidrio de mayor calidad. En este sentido, de cualquier manera, los vidrieros tenían poco margen de maniobra, ya que el equilibrio entre los formadores y los fundentes tiene una relación directa con las características del vidrio; si hay demasiado formador, la sílice no se fundirá (especialmente en un horno medieval, limitado a unas temperaturas en torno

<sup>112</sup> Whitehouse, D. 2006. “The ‘Epistola Abreviatoria’: a description of glassmaking in Renaissance Spain”. En K. Janssens, P. Degryse, P. Cosyins, J. Caen y L. Van’t dack (eds) *Annales du 17e Congrès, AIHV*. Amberes: AIHV: 356.

<sup>113</sup> *De Diversis Artibus* II. 4.

<sup>114</sup> Clark Hoover, H. y L. Henry Hoover (trans). 1950. *Georgius Agricola. De Re Metallica*. Nueva York: Dover: 585-6.

<sup>115</sup> Whitehouse, D. 2006. “The ‘Epistola Abreviatoria’: a description of glassmaking in Renaissance Spain”. En K. Janssens, P. Degryse, P. Cosyins, J. Caen y L. Van’t dack (eds) *Annales du 17e Congrès, AIHV*. Ámberes: AIHV: 356. David Whitehouse expresó su sorpresa por el hecho de que Christophoro de Sotomayor emplease el término “cristalino” para referirse a vidrio de segunda calidad, cuando el mejor vidrio veneciano, llamado “cristallo”, inventado por Angelo Barovier a mediados del siglo XV (como resultado del uso de las mejores cenizas, ricas en sodio, y del proceso de purificación al que estas eran sometidas antes de su mezcla). No obstante, la asociación entre ambas nomenclaturas se basa en la cronología que Whitehouse atribuía a la *Epistola Abreviatoria*, que era, como ya hemos visto, demasiado tardía, no resultando raro que la carta fuese anterior a la invención del “cristallo”. Por eso, no creo que la similitud de los términos ofrezca dificultad alguna, ya que parece evidente que Christophoro de Sotomayor utilizó el término “cristalino” como adjetivo, en referencia a la similitud del vidrio propuesto con el cristal, sin que exista conexión alguna entre su denominación y la de Barovier. Por otro lado, no debe extrañarnos que, aun siendo similar al cristal, de Sotomayor aún considerase esta calidad inferior a la tercera que describe, la “physica”, que es un material que pertenece a un plano superior en el orden alquímico en el que operaba.

<sup>116</sup> Ashtor, E., G. Cevdalli. 1983. “Levantine Alkali Ashes and European Industries”. *Journal of European Economic History* 12: 491.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	266/807





a los 1100 o 1200 °C); si hay demasiado fundente, el vidrio será inestable y se degradará con excesiva facilidad<sup>117</sup>.

Los paralelos operacionales entre estas recetas son igualmente enfáticos. El amasado de los ingredientes para crear panes de frita<sup>118</sup>, la recogida de la espuma vítrea que emerge en la superficie del vidrio en formación<sup>119</sup>, y el añadido de óxido de manganeso para conseguir vidrio incoloro<sup>120</sup>, aparecen de forma recurrente y prácticamente idéntica en estos documentos y otros documentos europeos.

Mucho más llamativo, sin embargo, es el uso del tártaro en la producción de vidrio. En la Baja Edad Media, distintas fórmulas de tartrato de potasio eran empleadas en diversas actividades pirotecnológicas (metalurgia, dorado, etc.<sup>121</sup>). El Ms. H-490 de Montpellier (receta 34), por ejemplo, recomienda la mezcla de tartrato con rasuras de cobre, hervidos en vinagre, para colorear el vidrio de verde<sup>122</sup>. El uso del cobre para tinter el vidrio de verde es relativamente común<sup>123</sup>, pero hasta donde yo sé, nunca mezclado con tártaro y vinagre. Palomar y colaboradores sugieren que esta puede ser una adaptación de la receta empleada para tinter hueso, cuerno o marfil de color verde, en la que se emplean idénticos ingredientes<sup>124</sup>. La *Historia Natural de Catalunya*, por su

<sup>117</sup> Smedley, J. W., C.M.Jackson y C.A.Booth. 1999. "Back to the roots: the raw materials, glass recipes and glassmaking practices of Theophilus". En W. P. McCray y W. D. Kingery (eds) *The Prehistory and History of Glassmaking Technology*. Ohio: American Ceramic Society: 150-2;159-60; Brill, R. 2001. "Some thoughts on the chemistry and technology of Islamic glass". En S. Carboni y D. Whitehouse *The glass of the sultans*. Nueva York: The Metropolitan Museum of Art: 26.

<sup>118</sup> Sedacina XXII, 5; Guidol, J. 1936. *Els vidres catalans*. Barcelona. Alpha: 156; Whitehouse, D. 2006. "The 'Epistola Abreviatoria': a description of glassmaking in Renaissance Spain". En K. Janssens, P. Degryse, P. Cosyins, J. Caen y L. Van't dack (eds) *Annales du 17e Congrès, AIHV*. Ámberes: AIHV: 356.

<sup>119</sup> Sedacina XXII, 9; Whitehouse, D. 2006. "The 'Epistola Abreviatoria': a description of glassmaking in Renaissance Spain". En K. Janssens, P. Degryse, P. Cosyins, J. Caen & L. Van't dack (eds) *Annales du 17e Congrès, AIHV*. Ámberes: AIHV: 356

<sup>120</sup> Guidol, J. 1936. *Els vidres catalans*. Barcelona: Alpha: 156 ("sanguínea"); Whitehouse, D. 2006. "The 'Epistola Abreviatoria': a description of glassmaking in Renaissance Spain". En K. Janssens, P. Degryse, P. Cosyins, J. Caen y L. Van't dack (eds) *Annales du 17e Congrès, AIHV*. Ámberes: AIHV: 356 ("magnes" [SIC]).

<sup>121</sup> Córdoba, R. 2012. "Las rasuras del vino. Aplicaciones y usos del tartrato de potasio en la España bajomedieval". En *Mundos Medievales. Espacios, sociedades y poder: homenaje al profesor José Ángel García de Cortazar y Ruiz de Aguirre*. Universidad de Cantabria: 1195.

<sup>122</sup> H-490 231v; Córdoba, R. 2005. "Un recetario técnico castellano del siglo XV: el manuscrito H490 de la Facultad de Medicina de Montpellier". En *la España Medieval* 28: 22-3.

<sup>123</sup> E. g. *Mappae Clavicula* 154; 155; 224; *De Coloribus et Artibus Romanorum* xviii, xxi, I [232]; Manuscrito de Bolonia 300-302; Merrifield, M. P. 1849. *Original Treatises Dating from the XIIth to the XVIIIth Centuries in the Arts of Painting*. Vol 2. Londres: John Murray: 325.

<sup>124</sup> Palomar, T., R. J. Díaz Hidalgo y M. Vilarigues. 2018. "Pigments, vinegar and blood: Interpretation and reproduction of glassy materials from the medieval manuscript H-490". *International Journal of Applied Glass Science* 9: 561-2. El experimento realizado por Palomar y colaboradores también siembra dudas acerca de la viabilidad de esta receta, que puede así ser resultado de un error de copia.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	267/807





lado, prescribe el uso del tártaro como fundente para la producción de vidrio de la máxima calidad (con manganeso añadido como decolorante)<sup>125</sup>, y la *Epistola Abreviatoria* también recomienda su uso en la producción de vidrios de la mejor calidad, empleados como base de esmaltes<sup>126</sup>. Ambas recetas especifican que la fuente de tártaro son los depósitos cristalinos que se forman en el fondo de los recipientes de vino, refiriéndose por tanto al bitartrato de potasio. Otras referencias al uso del tártaro en procesos técnicos similares se encuentran en el Manuscrito de Bolonia y *De Pirotechnia*, además de en una serie de textos italianos, incluyendo el *Dell Arte del Vetro Per Mosaico*, un tratado toscano del siglo XIV o del siglo XV<sup>127</sup>.

¿Son estas dos breves menciones al tártaro un dato significativo, o simplemente dos excepciones aisladas? Ciertamente, son muy similares, aunque ambos textos carezcan de cualquier otro vínculo obvio, con lo que es ciertamente posible especular con que el común denominador entre ellos sea que ambos reflejan una práctica, si no común, al menos conocida en los talleres de la Península Ibérica e Italia, a juzgar por los textos europeos. La cuestión es ciertamente intrigante, y podría tener implicaciones de considerable calado. El análisis de muestras de vidrio medieval ibérico desarrollado en el contexto del *The al-Ándalus Glass Project* ha resultado en la identificación, como veremos en detalle en el próximo capítulo, de un número considerable de muestras con elevados contenidos de potasio<sup>128</sup>, y un programa experimental está en marcha para

<sup>125</sup> Guidol, J. 1936. *Els vidres catalans*. Barcelona: Alpha: 156;

<sup>126</sup> Whitehouse, D. 2006. "The 'Epistola Abreviatoria': a description of glassmaking in Renaissance Spain". En K. Janssens, P. Degryse, P. Cosyins, J. Caen y L. Van't dack (eds) *Annales du 17e Congrès, AIHV*. Ámberes: AIHV: 356.

<sup>127</sup> *Manuscrito de Bolonia* 241; 297; Stanley, C. y M. T. Gnudi. 1990. *The Pirotechnia of Vannoccio Biringuccio. The Classic Sixteenth-Century Treatise on Metals and Metallurgy*. Nueva York: Dover: 132; La receta 241 del *Manuscrito de Bolonia* parece describir la producción de cristal artificial (lo que puede ser una confusión con el vidrio incoloro), y la receta 297 y el pasaje de *De Pirotechnia* son instrucciones para la preparación de vedrios blancos. *Dell Arte del Vetro Per Mosaico. Trattato Secondo*: V; VIII; XV; XLIII; *Tratato Terzo*: XXX; XLVIII. Milanesi, G. 1864. *Dell' Arte del Vetro Per Mosaico. Tre Trattatelli dei Secoli XIV e XV*. Bolonia. Gaetano Romagnoli; Moretti, C. 2006. "The chemical practice of glassmakers in Renaissance recipe manuscripts: the dressing and treatment of raw materials". En K. Janssens, P. Degryse, P. Cosyins, J. Caen y L. Van't dack (eds) *Annales du 17e Congrès, AIHV*. Ámberes: AIHV: 351-4; Arletti, R., F. Vezzadini, C. Fiori, y M. Vandini. 2011. "Mosaic glass from St. Peter's, Rome: manufacturing techniques and raw materials employed in late 16<sup>th</sup> century Italian opaque glass". *Archaeometry* 53: 364-86.

<sup>128</sup> Duckworth, C. y D. Govantes-Edwards. En prensa. "Glass production in al-Ándalus: new chemical data from Malaga". En J. L. Rider y R. Córdoba (eds) *Proceedings of Conference Technical Knowledge in Europe*. 2015.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	268/807



testar la posibilidad de que el bitartrato de potasio haya podido jugar un papel relevante en la *chaîne opératoire* del vidrio medieval ibérico.

¿Es posible, a partir de los textos citados, argumentar en favor de la existencia de una continua cadena de transmisión de conocimiento en lo que se refiere a la producción de vidrio?

En base a las afinidades técnicas, esto es, a la similitud de los procesos descritos, es fácil percibir una narrativa continua de transmisión de conocimientos prácticos y técnicos entre la tradición clásica, encarnada de forma especialmente prominente por el *Mappae Clavicula*, y el Renacimiento representado por Vanoccio Biringuccio y Georg Agricola<sup>129</sup>. Si esta continuidad puede hacerse extensiva a las prácticas de taller contemporáneas es más difícil de decir en el estado actual de nuestros conocimientos.

De cualquier forma, Smedley y colaboradores advertían que, por completos que puedan parecer, estos textos no terminan de abarcar las complejidades prácticas de la producción de vidrio<sup>130</sup>. En realidad, y este es un argumento poderoso contra la idea del uso de la palabra escrita en la difusión de las técnicas de producción de vidrio, el hecho de que las posiciones de aprendiz con un maestro hábil y bien establecido resultasen tan codiciadas resulta precisamente de la dificultad que supone la codificación de ciertas prácticas por escrito<sup>131</sup>.

Una omisión resulta especialmente notable, como son los hornos (y en menor medida las herramientas), a pesar de que existían numerosas descripciones, por ejemplo en *De Diversis Artibus*,<sup>132</sup> que ofrece unas instrucciones muy detalladas, y en

<sup>129</sup> Barthelemy, P. 1995. "Le verre dans la Sedacina totius artis alchimie fe Guillaume Sedacer". En D. Kahn y S. Matton (eds) *Alchimie: art historie et myths. Actes du 1er colloque international de la Société d'Etude de l'Histoire de l'Alchimie*. París, Milán. Arche: 224-6.

<sup>130</sup> Smedley, J. W., C.M.Jackson y C.A.Booth. 1999. "Back to the roots: the raw materials, glass recipes and glassmaking practices of Theophilus". En W. P. McCray & W. D. Kingery (eds) *The Prehistory and History of Glassmaking Technology*. Ohio. American Ceramic Society: 150-2.

<sup>131</sup> Epstein, S. 2005. "Transferring Technical Knowledge and Innovating in Europe, c. 1200-1800". *Working Papers on The Nature of Evidence: How Well do Facts Travel?* 01/05: 6.

<sup>132</sup> *De Diversis Artibus* II. 1-3. Chapter 1. Building the furnace for working glass. If you have the intention of making glass, first cut many beechwood logs and dry them out. Then burn them all together in a clean place and carefully collect the ashes, taking care that you do not mix any earth or stones with them. After this build a furnace of stones and clay, fifteen feet long and ten feet wide, in this way. First, lay down foundations on each long side, one foot thick, and in between them make a firm, smooth, flat hearth with stones and clay. Mark off three equal parts and build a cross-wall separating one third from the other two. Then make a hole in each of the short sides throughout which fire and wood can be put in, and building the encircling wall up to a height of almost four feet, again make a firm, smooth, flat hearth over the whole area, and let the dividing wall rise a little above it. After this, in the larger section, make four holes

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	269/807



otros textos posteriores, como por ejemplo *De Pirotechnia* (donde la descripción es también enormemente precisa, incluyendo incluso las medidas que han de tener todos los elementos y distintas combinaciones de los mismos en función de las posibilidades y la operatividad del taller)<sup>133</sup>, y *De Re Metallica*. Si bien, como en casi todo en lo que se refiere al vidrio, Agricola depende casi totalmente de la obra de Biringuccio, aunque en la descripción del horno incluye una interesante novedad, como es el añadido de un horno de templado separado de los de soplado<sup>134</sup>. Además de esto, otros autores

through the hearth along one of the long sides, and four along the other. The work pots are to be placed in these. Then make two openings in the centre through which the flame can rise. Now, as you build the encircling wall, make two square windows on each side, a span long and wide, one opposite [each] of the flame openings, through which the work pots and whatever is placed in them can be put in a taken out. In the smaller section also make an opening [for the flame] through the hearth close to the cross-wall, and a window, a span in size, near the short wall, through which whatever is necessary for the work can be put in and taken out. When you have arranged everything like this, enclose the interior with an outer wall, so that the inside is the shape of an arched vault, rising a little more than half a foot, and the top is made into a smooth, flat hearth, with a three-finger-high lip all around it, so that whatever work or implements are laid on top cannot fall off. This furnace is called the work furnace. Chapter 2. The annealing furnace. Now build another furnace, teen feet long, eight feet wide, and four feet high. Then make a hole in one of the faces for putting in wood and fire, and in one side make a one-foot window for putting in and taking out whatever is necessary. Inside, make a firm, smooth, flat hearth. This furnace is called the annealing furnace. Chapter 3. The furnace for spreading out [the glass] and the implements of the work. Now build a third furnace, six feet long, four feet wide, and three feet high, with a [fire] hole, a window and a hearth as above. This furnace is called the furnace for spreading out and flattening. The implements needed for this work are an iron [blow] pipe, two cubits long and as thick as your thumb, two pairs of tongs each hammered out of a single piece of iron, two long-handled iron ladles, and such other wooden and iron tools as you want. Hawthorne, J. G. y C. Stanley Smith. 1979. *Theophilus. On Divers Arts. The Foremost Medieval Treatise on Painting, Glassmaking and Metalwork*. Nueva York: Dover.

<sup>133</sup> Now in order to complete the purification, a round furnace is made, built on rough bricks made from clay that does not melt or calcine with fire. Its vault has a diameter of about four *braccia* and a height of six *braccia*. It is arranged in this way. First a passage for the fire is made which leads the flames into the middle of the furnace; around the circle at the bottom a shelf three-quarters of a *braccio* wide is made on which are to be placed the pots that hold the glass, and this must be about one *braccio* above the ground. Around this five or six well-made arches are built as supports for the vault, and under these are made the little openings which allow one to look inside and to take out the glass; and only in the middle is a little opening of a *palmo* or less left. Above this vault another vault is made which seals up and covers up the whole; this is two *braccia* high above the first so that it completes de reverberatory furnace. This is the cooling chamber for the works when they have been made, for if they did not receive a certain tempering of air in this, all the vessels would break as soon as they were finished when they felt the cold. At the back of this is a trumpet-shaped opening is made into the circular shelf on top of the vault inside. The finished objects are placed here and can be skilfully drawn out in three or four batches with a long iron tool by bringing them near the opening one by one after they have been cooled. Stanley, C. y M. T. Gnudi. 1990. *The Pirotechnia of Vannoccio Biringuccio. The Classic Sixteenth-Century Treatise on Metals and Metallurgy*. Nueva York: Dover: 128.

<sup>134</sup> Some glass-makers use three furnaces, others two, others only one. Those who use three, melt the material in the first, re-melt it in the second, and in the third they cool the glowing glass vessels and other articles. Of these the first furnace must be vaulted and similar to an oven. In the upper chamber, which is six feet long, four feet wide, and two feet high, the mixed materials are heated by a fierce fire of dry wood until they melt and are converted into a vitreous mass. And if they are not satisfactorily purified from dross, they are taken out and cooled and broken into pieces, and the vitreous pieces are heated in pots in

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	270/807



estaban al menos familiarizados con la noción de un tipo de horno de uso específico para los vidrieros: este concepto se menciona en una receta incluida en los pasajes del *Mappae Clavicula* incorporados al manuscrito en torno al año 1000 (pero en ninguna otra de las copias conocidas)<sup>135</sup>, y en el *Liber de Aluminibus et Salibus*<sup>136</sup>, además de en

the same furnace. The second furnace is round, ten feet in diameter and eight feet high, and on the outside, so that it may be stronger, it is encompassed by five arches, one and one half feet thick; it consists in like manner of two chambers, of which the lower one is vaulted and is one half feet thick. It front this chamber has a narrow mouth, through which the wood can be put into the hearth, which is on the ground. At the top and in the middle of this vault, there is a large round hole which opens to the upper chamber, so that the flames can penetrate into it. Between the arches in the walls of the upper chamber are eight windows, so large that the big bellied pots may be placed through them on the floor of the chamber, around the large hole. The thickness of these pots is about two digits, their height the same number of feet, and the diameter of the belly one and a half feet, and of the mouth and bottom one foot. In the back part of the furnace is a rectangular hole, measuring in height and width a palm, through which the heat penetrates into a third furnace which adjoins it. The third furnace is rectangular, eight feet long and six feet wide; it also consists of two chambers, of which the lower has a mouth in front, so that firewood may be placed on the hearth which is on the ground. On each side of this opening in the wall of the lower chamber is a recess for oblong earthenware receptacles, which are about four feet long, two feet high, and one and a half feet wide. The upper chamber has two holes, one on the right side, the other on the left, of such height and width that earthenware receptacles may be conveniently placed in them. These latter receptacles are three feet long, one and a half feet high, the lower part one foot wide, and the upper part rounded. In these receptacles the glass articles, which have been blown, are placed so that they may cool in a milder temperature; if they are not cooled slowly they would burst asunder. When the vessels are taken from the upper chamber, they are immediately placed in the receptacles to cool. Some who use two furnaces partly melt the mixture in the first, and not only re-melt it in the second, but also replace the glass articles there. Others partly melt and re-melt the material in different chambers of the second furnace. Thus the former lack the third furnace, and the latter the first. But this kind of second furnace differs from the other second furnace, for it is, indeed, round, but the interior is eight feet in diameter and twelve feet high, and it consists of three chambers, of which the lowest is not unlike the lowest of the other second furnace. In the middle chamber wall there are six arched openings, in which are placed the pots to be heated, and the remainder of the small windows are blocked up with lute. In the middle top of the middle chamber is a square opening a palm in length and width. Through this the heat penetrates into the upper chamber, of which the rear part has an opening to receive the oblong earthenware receptacles, in which are placed the glass articles to be slowly cooled. On this side, the ground of the workshop is higher, or else a bench is placed there, so that the glass-makers may stand upon it to stow away their products more conveniently. Those who lack the first furnace in the evening, when they have accomplished their day's work, place the material in the pots, so that the heat during the night may melt it and turn it into glass. Two boys alternately, during night and day, keep up the fire throwing dry wood on to the hearth. Those who have but one furnace use the second sort, made with three chambers. Then, in the evening, they pour the material into the pots, and in the morning, having extracted the fused material, they make the glass objects, which they place in the upper chamber, as do the others. The second furnace consists either of two or three chambers, the first of which is made of unburnt bricks dried in the sun. These bricks are made of a kind of clay that cannot be easily melted by fire nor resolved into powder; this clay is cleaned of small stones and beaten with rods. The bricks are laid with the same kind of clay instead of lime. From the same clay the potters also make their vessels and pits, which they dry in the shade. These two parts having been completed, there remains the third. Clark Hoover, H. y L. Henry Hoover (trans). 1950. *Georgius Agricola. De Re Metallica*. Nueva York: Dover.

<sup>135</sup> Tolaini, F. 2003. "De tinctio omnium musivorum. Technical recipes for Glass in the so-called Mappae Clavicula". En M. Beretta (ed) *When Glass Matters. Sciences and Crafts facing Glass from Graeco-Roman Antiquity to Early Modern Era*. Florencia: Biblioteca de "Nuncius": 1-18.

<sup>136</sup> Glick, T. F. 1979. *Islamic and Christian Spain in the Early Middle Ages*. Leiden: Brill: 240.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	271/807



la obra *Libro de Como se Fazem as Cores*, escrita por el judío portugués Abraham Ibn Hayyin a finales del siglo XIII<sup>137</sup>. En otro ejemplo de omisión, la composición de las cenizas vegetales usadas como fundente son extraordinariamente variables, dependiendo de factores tales como la geología, la época del año en que son recogidas, etc. cuestiones que apenas son mencionadas en estos textos, al igual que ocurre con las señales sensoriales que podían orientar al vidriero acerca de la idoneidad del material con el que estaban trabajando, como el gusto<sup>138</sup>. Es conveniente recordar con Epstein que “disembodied technical knowledge did not disseminate well”<sup>139</sup>.

Se ha afirmado que los manuales técnicos y los libros de recetas recogen prácticas contemporáneas<sup>140</sup>, pero hay un gran trecho entre describir las prácticas desarrolladas por los artesanos contemporáneos y ofrecer suficiente información como para permitir su reproducción. Parece más plausible interpretar estos textos como notas tomadas por intelectuales por su propio interés personal o, quizás, con el propósito de recoger referencias. El formato de algunos de los libros de recetas parece apoyar esta interpretación; en la mayoría de los libros de recetas éstas se suceden sin orden aparente (quizás siendo tomadas a medida que eran leídas y oídas) y en un lenguaje poco cuidado, siendo en la mayor parte de naturaleza miscelánea<sup>141</sup>. Se afirma que el lenguaje y estilo empleados (decir que el lenguaje es “errático” sea quizás cargar las tintas en exceso, pero desde luego resultan mucho menos claras y sistemáticas de lo que cabría esperar de un texto de naturaleza técnica) refleja el hecho de que su público estaba en la intersección entre la oralidad y la escritura<sup>142</sup>, pero esta explicación se hace

<sup>137</sup> Blondheim, D. S. 1928. “An Old Portuguese Work on Manuscript Illumination”. *The Jewish Quarterly Review* 19: 123; Mann, V. B. 2013. “The Unknown Jewish artists of Medieval Iberia”. En J. Ray (ed) *The Jew in Medieval Iberia: 1100-1500*. Boston: Academic Studies Press: 162.

<sup>138</sup> Smedley, J. W., C.M.Jackson y C.A.Booth. 1999. “Back to the roots: the raw materials, glass recipes and glassmaking practices of Theophilus”. En W. P. McCray y W. D. Kingery (eds) *The Prehistory and History of Glassmaking Technology*. Ohio: American Ceramic Society: 147-9; Córdoba, R. 2017. “Industria y artesanía rural en la Corona de Castilla a fines de la Edad Media”. En G. Navarro y C. Villanueva (eds) *Industrias y mercados rurales en los reinos hispánicos. Sociedad Española de Estudios Medievales*. Murcia: 52-3.

<sup>139</sup> Epstein, S. 2005. “Transferring Technical Knowledge and Innovating in Europe, c. 1200-1800”. *Working Papers on The Nature of Evidence: How Well do Facts Travel?* 01/05: 21.

<sup>140</sup> Esto, naturalmente, excluye aquellos que como el *Mappae Clavicula* y el *De Coloribus et Artibus Romanorum* se convirtieron en obras técnicamente obsoletas, y era copiadas más por su valor literario que por el práctico.

<sup>141</sup> Cifuentes, L. y R. Córdoba. 2011. *Tintorería y medicina en la Valencia del Siglo XV. El manual de Joanot Valero*. Barcelona: CSIC: 20-1.

<sup>142</sup> Cifuentes, L. y R. Córdoba. 2011. *Tintorería y medicina en la Valencia del Siglo XV. El manual de Joanot Valero*. Barcelona: CSIC: 22.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	272/807



innecesaria si tomamos estos textos como notas tomadas no para la lectura de un público determinado, sino para el uso personal del autor. El ejemplo arquetípico de esto quizás sea *Manuscrito de Bolonia*, que parece haberse dividido en secciones temáticas, secciones que terminan con páginas en blanco que el autor, parece claro, nunca tuvo tiempo de llenar<sup>143</sup>. Otro argumento a favor de este punto de vista es el hecho de que la producción de este tipo de documentos no se interrumpiera tras la invención de la imprenta.

Otros textos, por el contrario, son mucho más sistemáticos, como la *Sedacina* y la *Epistola Abreviatoria*, lo que no los convierte ni de lejos en manuales técnicos completos. La diferencia entre estos documentos y el *De Diversis Artibus* de Teófilo, que es ampliamente considerada la obra cumbre de la literatura técnica medieval en lo que se refiere a claridad y orden, es chocante<sup>144</sup>, pero el problema es que es muy posible que estemos comparando elementos que pertenecen a distintas categorías. El propósito de Guillaume Sedacer parece haber sido el de enfatizar las cualidades “filosóficas” (i. e. alquímicas) del vidrio, pero esto no quiere decir que su descripción de los procesos técnicos implicados en su producción hayan de ser burdos o incorrectos, ya que queda meridianamente claro que, desde su óptica, los aspectos teóricos y prácticos de la alquimia resultan inseparables. Significativamente, como decíamos antes, su conocimiento de las prácticas de producción de vidrio delatan experiencia de primera mano, pero sus fuentes son exclusivamente alquímicas (de Aristóteles a Alberto Magno y “Avicena”), siendo en ellos donde reside el principio de autoridad. En lo que se refiere a la *Epistola Abreviatoria*, el texto indica que se trata de una carta personal, y no tenemos motivos para dudar de ello. En todo el texto no se citan referencias, excepto la enigmática mención al libro “en el vulgar” propiedad del Obispo de Córdoba, y que Christophoro de Sotomayor afirma haber consultado. En su nota, David Whitehouse consideraba que el obispo mencionado debió haber sido Martín Fernández de Angulo (conocido bibliófilo que se encontró a la cabeza de la diócesis entre 1510 y 1516), pero

<sup>143</sup> Merrifield, M. P. 1849. *Original Treatises Dating from the XIIIth to the XVIIIth Centuries in the Arts of Painting*. Vol 2. Londres: John Murray: 325-6.

<sup>144</sup> Hawthorne, J. G. y C. Stanley Smith. 1979. *Theophilus. On Divers Arts. The Foremost Medieval Treatise on Painting, Glassmaking and Metalwork*. Nueva York: Dover: xxviii-xxx; Freestone, I. 1993. “Theophilus and the composition of medieval glass”. En P. B. Vandiver, J. R. Druzik, G. S. Wheeler y I. C. Freestone (eds) *Material Issues in Art and Archaeology III*. Pittsburgh, Pennsylvania: Materials Research Society: 744.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	273/807





esto se basa en una cronología para el texto que parece a todas luces ser excesivamente tardía. La búsqueda de este libro en la biblioteca capitular de la Catedral de Córdoba ha resultado, de momento, infructuosa. Si llega a encontrarse, quizás pueda iluminarnos un poco el camino, pero lo cierto es que todo parece indicar que la *Epístola Abreviaroria* no es más que el producto de una comunicación personal, que quizás, refleje fielmente las prácticas artesanales de su época, pero que posiblemente jugó un nulo papel en su diseminación. Es interesante reseñar que, aunque este tipo de inventarios tiene un valor limitado por el grado de detalle ofrecido, que no siempre es el deseable<sup>145</sup>, y que la muestra disponible se aleja de ser representativa, los inventarios de bienes correspondientes a los vidrieros bajomedievales de Barcelona examinados por Maria del Carme Riu incluyen algunos libros (lo que nos lleva a pensar que estos vidrieros, en efecto, sabían leer), pero todos ellos son obras devocionales, no incluyéndose ninguno de naturaleza técnica<sup>146</sup>.

En base a todo esto, resulta difícil sostener la idea de una línea continuada de transmisión del conocimiento técnico basada en la palabra escrita. Más bien parece reproducir un modelo en el que diferentes intelectuales, con un abanico de intereses diversos se dedicaban a poner por escrito la información que les llegaba desde distintas direcciones. Esta información era desigual en calidad y fiabilidad, al menos desde el punto de vista técnico, y en general parecen haber jugado un papel secundario, en el mejor de los casos, en la transmisión del conocimiento técnico. Después de todo, si estos textos en efecto reflejaban prácticas artesanales contemporáneas, esto implicaría que las técnicas de producción de vidrio evolucionaron muy poco en el transcurso de la Edad Media, y resulta difícil por tanto explicar la necesidad de poner técnicas tan conocidas por escrito<sup>147</sup>, especialmente dado que muchas de las decisiones que los

<sup>145</sup> Hernández González, M. I. 1998. "Suma de inventarios de bibliotecas del siglo XVI (1501-1560)". En M. L. López Vidriero y P. M. Cátedra (eds) *El libro antiguo español IV. Coleccionismo y Bibliotecas (Siglos XV-XVIII)*. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca: 375-446.

<sup>146</sup> Riu de Martín, M. C. 2004. "Vida cotidiana de los ceramistas y vidrieros barceloneses". *Anuario de Estudios Medievales* 34: 307-56. Por otro lado, el inventario de posesiones del vitralista Nicolás de Vergara el Viejo (m. 1574) incluía una colección de modelos, lienzos, estampas y dibujos que, seguramente, le servirían como inspiración para la composición de sus escenas. Nieto Alcaide, V. 1997. "La profesión y oficio de vidriero en los siglos XV y XVI: Talleres, encargos y clientes". *Espacio, Tiempo y Forma, Serie VII. Hª del Arte* 10: 44.

<sup>147</sup> Eisenstein, E. L. 1979. *The Printing Press as an Agent of Change*. Cambridge: Cambridge University Press: 65.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	274/807





artesanos habían de adoptar en su actividad cotidiana se basaban en percepciones sensoriales casi imposibles de describir<sup>148</sup>.

It might be supposed [...] to an ignorant man, some edible materials and a cookery book compose together the necessities of a self-moved activity called cooking. But nothing is further from the truth. The cookery book is not an independently generated beginning from which cooking can spring; it is nothing more than an abstract of somebody's knowledge of how to cook; it is the stepchild, not the parent of the activity. The book, in its turn, may help to set a man on to dressing a dinner, but if it were his sole guide he could never, in fact, begin: the book speaks only to those who know already the kind of thing to expect from it and consequently how to interpret it<sup>149</sup>.

Un problema recurrente es una interpretación excesivamente literal de los textos, ignorando las características esenciales de la cultura manuscrita, que hacía la transmisión de conocimiento un proceso impredecible y a veces intrazable. Ilustremos esto con las recetas para la producción de “vidrio irrompible” que aparecen de forma ocasional en la literatura técnica. Las recetas 32 y 33 del Ms. H-490 de Montpellier recomiendan la mezcla del vidrio con el misterioso *jugo senatoris* (un ingrediente ausente de la receta 34) y con la sangre de un macho cabrío para hacer vidrio irrompible<sup>150</sup>. Una receta muy similar se refleja en *De Coloribus et Artibus Romanorum*, de Eraclio, aunque en este caso se recomienda el añadido de orugas de tierra, y además se prescribe que el macho cabrío ha de ser alimentado con hiedra para que la receta

<sup>148</sup> Ingold, T. 2000. *The Perception of the Environment. Essays on Livelihood, Dwelling and Skill*. Londres y Nueva York: Routledge: 295.

<sup>149</sup> Oakeshot, M. *Political Education*. cif, Cipolla, C. 1965. *Guns and Sails in the Early Phase of European Expansion. 1400-1700*. Londres. Collins: 129. Esto es por añadidura del hecho de que saber ejecutar una determinada técnica con la que uno está muy familiarizado no es lo mismo que saber explicarla de forma que resulte comprensible a una audiencia determinada. Se trata de dos habilidades completamente distintas. Epstein, S. 2005. “Transferring Technical Knowledge and Innovating in Europe, c. 1200-1800”. *Working Papers on The Nature of Evidence: How Well do Facts Travel?* 01/05: 22.

<sup>150</sup> H-490 231v (recetas 32 y 33). Córdoba, R. 2005. “Un recetario técnico castellano del siglo XV: el manuscrito H490 de la Facultad de Medicina de Montpellier”. *En la España Medieval* 28: 22-3.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	275/807



resulte efectiva, algo también mencionado por Teófilo<sup>151</sup>. Es importante reseñar que las recetas de Eraclio y Teófilo son para preparar vidrio comparativamente blando para su tallado en frío, lo que permite especular con la existencia en algún error en la transmisión que diese lugar a la confusión entre un vidrio más maleable y otro irrompible. De hecho, el Ms. H-490 también hace mención al “vidrio blando” mientras que la frase final “y pueden caerse al suelo o ser arrojados contra la pared o golpearse y no se romperán” parecen casi un apunte final con poca conexión con el resto de la receta.<sup>152</sup> La historia del emperador Tiberio decidiendo decapitar a un artesano para evitar que se dispersase el secreto para la producción de vidrio irrompible estaba bastante extendida en la Edad Media<sup>153</sup>, y ya hemos asistido al intento de un autor, Guillaume Sedacer, de dar explicación a elementos que no parecen encajar; debemos por tanto preguntarnos si en este caso no nos encontramos con un caso similar. Nada de esto puede ser afirmado con rotundidad, pero el hecho de que la receta no funcione (es decir, que no produzca vidrio irrompible), no la hace menos interesante en términos de transmisión de conocimiento. Sencillamente descartar este tipo de conocimiento como producto del “ritual” o la “magia” es francamente insuficiente. Debemos intentar comprender por qué estas recetas reaparecen una y otra vez, o sólo nos limitaremos a mirar uno de los factores de la ecuación<sup>154</sup>.

Los cambios causados por la introducción de la imprenta en la estructura misma de la investigación científica no pueden ser ignorados. Es no sólo que cuestiones como tipos de tamaños graduados, encabezados, notas al pie, etc. hicieran la tarea de referencia, catalogación y similares mucho más sencillas, sino que las transformaciones establecidas en las propias pautas mentales de la investigación científica hicieron que estas operaciones parecieran consustanciales a la tarea intelectual. Antes de este acontecimiento, la investigación acumulativa era lenta y se encontraba

<sup>151</sup> *De Coloribus et Artibus Romanorum* IV; *De Diversis Artibus* III. CII.

<sup>152</sup> H-490 231v (recetas 32 y 33).

<sup>153</sup> H. N. XXXVI. 66; la historia aparece mencionada, por ejemplo, en Isidoro, *Etimologías* XVI. xvi, 6; en *De Coloribus et Artibus Romanorum* VI [256] de Eraclio y en *De Pirotechnia*. Stanley, C. y M. T. Gnudi. 1990. *The Pirotechnia of Vannoccio Biringuccio. The Classic Sixteenth-Century Treatise on Metals and Metallurgy*. Nueva York: Dover: 127.

<sup>154</sup> Por ejemplo, recetas para “ablandar vidrio” se encuentran en los siguientes manuscritos en la Biblioteca Nacional de Florencia, si bien aún no han sido explorados en detalle: Pal 867. *Miscellanea* di XV-XVII Secc; Pal. 964. *Segreti e Ricette Diversi*. XV-XVI. Secc; Ash. 349. *Libro di Ricette Medicinali*. XV sec; Antinori. 151. *Zibaldone di segreti e ricette*. XVI sec.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	276/807



permanentemente amenazada con verse interrumpida, aunque el carácter eminentemente conservador de la tecnología del vidrio durante la Edad Media, que aparece claramente reflejada en el inmovilismo de los textos, presenta atractivos espejismos delante de los investigadores que no están suficientemente alerta a los peligros de la tautología, especialmente en un aspecto como el tecnológico, en el que sigue, demasiado a menudo, imperando la idea de la “invención”, la “innovación” y la “ruptura” como gestos de genio individual. Resulta claro que los textos no pueden ser estudiados de forma aislada, y tampoco debe asumirse que deban ajustarse a un determinado modelo. Debemos examinar los textos, darle la vuelta a los textos, e ir más allá de los textos, con cualesquiera medios tengamos a nuestra disposición, sean históricos, arqueológicos o arqueométricos, si queremos entender los textos por lo que son, elementos integrados de una construcción compleja, no lineal y siempre en movimiento.

#### *Fuentes de archivo*

Pasando ya a nuestra última fuente de información escrita, las fuentes de archivo, es necesario comenzar estableciendo que es esta una fuente aún más miscelánea que las precedentes, además de que ha sido explorada en mucho menor grado.

Los tipos de documentos de archivo que pueden proporcionarnos información acerca de los modos de producción de vidrio son múltiples, desde actas notariales de transacciones de compra-venta de materias primas y arrendamiento de talleres hasta edictos municipales regulando la práctica de la actividad de los vidrieros, pasando por menciones esporádicas en las que apenas podemos constatar la presencia de un vidriero en una ciudad determinada, sin que el documento permita hacer inferencia alguna acerca de su actividad profesional<sup>155</sup>. De cualquier manera, como veremos, los documentos, convenientemente explorados, pueden aportar información de gran valor

<sup>155</sup> Capellà Galmés, M. A. 2014 “Artesanos vidrieros en Mallorca. Relaciones y conexiones con el Levante peninsular (siglos XIV-XV)”. *Anuario de Estudios Medievales* 44: 785.

para el conocimiento del trabajo del vidrio en la Península Ibérica, sobre todo durante la Baja Edad Media.

En esta sección vamos a trabajar con dos líneas distintas. Por un lado, vamos a repasar los trabajos publicados en los que se ha hecho un repaso sistemático de la documentación referente a los vidrieros de varias zonas y por otro vamos a cotejarlos con documentos de archivos examinados por mí mismo. Los primeros se refieren de forma casi exclusiva a la zona de Cataluña y las Islas Baleares, y en mucha menor medida a otras zonas del Levante peninsular. Es necesario en este punto recordar que durante la Baja Edad Media y las primeras décadas de la Edad Moderna el vidrio catalán alcanzó un enorme prestigio, que llevó a numerosos autores a compararlo favorablemente incluso con las producciones venecianas, hasta el punto que esto les granjeó a los vidrieros catalanes una visita real en la persona de Felipe el Hermoso en 1503<sup>156</sup>.

Desafortunadamente, la atención de los investigadores que han trabajado estos papeles catalanes y mallorquines se ha centrado de forma muy particular en la organización institucional del oficio, y se ha prestado menos atención a cuestiones técnicas, pero aun así podemos rescatar información de gran interés. Por otro lado, combinaremos esta información con documentos de varios archivos andaluces, concretamente el Archivo de Protocolos Notariales de Sevilla (ayudados por la catalogación que Jaime Lacueva hizo de las regestas compiladas por Enrique Otte durante la producción de su monumental *Sevilla y sus mercaderes a fines de la Edad Media*)<sup>157</sup>, el Archivo de Protocolos Notariales de Córdoba y el Archivo Histórico Municipal de Jerez de la Frontera. En este caso, haremos referencia a la signatura de los documentos referidos, así como de otras referencias bibliográficas que resulten pertinentes. Es preciso advertir que cada documento ha de examinarse de forma individualizada y cuidadosa, porque a veces las referencias a vidrieros pueden ser notablemente ambiguas, empleándose el término indistintamente para señalar

<sup>156</sup> Frothingham, A. 1963. *Spanish Glass*. Londres: Faber: 32-33.

<sup>157</sup> Otte, E. 1996. *Sevilla y sus mercaderes a fines de la Edad Media*. Sevilla: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Sevilla; Lacueva Muñoz, J. 2016. *Comerciantes de Sevilla. Regesto de Documentos Notariales del Fondo Enrique Otte*. 4 Vols. Valparaíso: Instituto de Historia y Ciencias Sociales. Universidad de Valparaíso.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	278/807



sopladores de vidrio, pintores-vitralistas, vendedores de vidrio y propietarios de talleres<sup>158</sup>.

De este modo, más que hacer una caracterización detallada de la documentación, algo imposible teniendo en cuenta que la documentación analizada es sólo una fracción mínima de toda la que, de seguro, está esperando a ser estudiada en los archivos, nuestra intención es ofrecer una muestra de lo fructífero que puede llegar a ser este tipo de exploración.

Comenzando con cuestiones que ya hemos venido tocando en el transcurso de los capítulos anteriores, los documentos de archivo pueden ofrecer valiosa información acerca de la ubicación de los talleres en la trama urbana, lo que resulta de especial ayuda cuando la información arqueológica, sobre todo en lo que se refiere al periodo y las áreas bajo dominación cristiana, es tan escasa.

Como muestra clara de ello, mencionábamos en el Capítulo 4 que, hasta la fecha, la arqueología ha sido incapaz de encontrar taller vidriero alguno en Portugal con fechas posteriores al siglo VI y anteriores al siglo XVIII. Sin embargo, los documentos de archivo han demostrado la presencia de hornos de vidrio durante al menos el siglo XV en Lisboa, Almeirim, Santarém, Palmela y Montijo. Estos documentos han delatado la existencia de al menos once talleres, aunque no cabe duda de que debieron ser muchos más<sup>159</sup>. Igualmente, es conveniente apuntar que el horno de Sant Font de Campsentelles, encontrado en el transcurso de una excavación arqueológica, no se encuentra mencionado, hasta donde yo sé, en los archivos catalanes, a pesar de que estos han sido examinados con gran atención, lo que demuestra la necesidad de combinar metodologías para tratar de tener una perspectiva tan amplia como sea posible<sup>160</sup>.

En Mallorca, por poner un ejemplo en el que la documentación ha sido examinada con cierto detalle, todo parece indicar que, como norma, los talleres

<sup>158</sup> Cañellas I Martínez, S. y M. C. Domínguez. 2009. "Intervenció de les institucions públiques en la producció de vidre a la ciutat de Barcelona (segles XIV-XVI)". Conferencia: *Seminari d'Història de Barcelona. Congrés de Història de Barcelona. La ciutat en xarxa. Resum de les ponències i comunicacions*: 11; Capellà Galmés, M. A. 2014 "Artesanos vidrieros en Mallorca. Relaciones y conexiones con el Levante peninsular (siglos XIV-XV)". *Anuario de Estudios Medievales* 44: 784.

<sup>159</sup> Countinho, I., T. Medici, S. Coentro, Luís C. Alves y M. Vilarigues. 2016. "First archaeometric study of medieval glass found in Beja (Southern Portugal)". *Journal of Medieval Iberian Studies* 8: 150.

<sup>160</sup> Oliver, A. 1989. "El taller de vidre medieval de Sant Fost de Campsentelles". *Acta històrica et archaeologica mediævalia* 10: 388.

vidrieros se situaban en el interior del casco urbano, si bien lo hacían sobre todo en zonas periféricas, cercanas a la muralla, cabiendo suponer que el motivo de esto era el peligro de incendio que estas instalaciones acarreaban<sup>161</sup>. Sin embargo, el primero de los hornos identificados en la isla, la fecha del documento es 1327, se situaba en la localidad de Calviá, una zona boscosa en la que no habría escasez de leña, que aparece recurrentemente como uno de los principales condicionantes a la producción, como veremos una y otra vez. Capellà Galmés también indica la cercanía de zonas ricas en plantas soseras y el hecho de que esta villa estaba bajo jurisdicción episcopal, lo que quizás relajase un tanto las disposiciones reales contra un excesivo consumo de leña, que como veremos a lo largo de esta sección, eran habituales<sup>162</sup>.

Dissabte a 5 desembre any M CCC XXVII los Srs. Procuradors Reals, so es en Miquel Rotllan e en Pere Roig veneren a Bernat Roig e a Guillem Roig, frares e vidriers que fan vidre a la parroquia de Calvia, so es a saber 16 corteras de forment a raho de II lliures 6 diners los quals prometen pagar dessa la festa de Pascha primer vinent.

Los hornos en la propia ciudad comienzan a aparecer en la documentación en los últimos años del siglo XIV, en concreto en la plaza de *Pes de sa palla*, cerca de una de las puertas y en una zona dominada por huertas. Este horno, al parecer, aún siguió activo hasta al menos 1412; le siguen en fecha de fundación el de la calle *des Oms*, también cerca de una de las puertas, y que parece seguir activo en 1474; el de la Plaza de los Cordeleros, que pareció estar localizado en el arrabal de Santa Catalina; y el llamado “horno de los Sala”, que pareció trasladarse al interior la ciudad desde extramuros, aunque de nuevo a una zona abierta con gran cantidad de huertas, con anterioridad a

<sup>161</sup> Capellà Galmés, M. A. 2014 “Artesanos vidrieros en Mallorca. Relaciones y conexiones con el Levante peninsular (siglos XIV-XV)”. *Anuario de Estudios Medievales* 44: 770.

<sup>162</sup> Bernat, M. y J. Serra. 1992. “El forn de vidre del carrer de Can Burgos. Nòtules per a l’estudi del vidre medieval i post-medieval a Mallorca”. *BSAL* 48: 103; Capellà Galmés, M. A. 2014 “Artesanos vidrieros en Mallorca. Relaciones y conexiones con el Levante peninsular (siglos XIV-XV)”. *Anuario de Estudios Medievales* 44: 771.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	280/807



1449, fecha del documento en el que el horno ya aparece plenamente establecido; la nueva ubicación estaba muy próxima a la del taller de la calle des *Oms*.<sup>163</sup>

En Sevilla, sin embargo, parece que nos encontramos con una situación distinta<sup>164</sup>. Así, hasta tres documentos, dos de ellos de mayo y el otro de agosto de 1494 sitúan al vidriero Rodrigo Martín en la céntrica parroquia de San Bartolomé<sup>165</sup>, donde otro documento de noviembre de 1501 sitúa a otro vidriero, Rodrigo Álvarez, natural de Aznalcázar, en un documento que especifica “el horno de vidrio que él ha y tiene en esta dicha ciudad [de Sevilla] en la collación de San Bartolomé”<sup>166</sup>. Otro acta notarial sitúa al vidriero Juan Álvarez (acaso relacionado con Rodrigo) en esta misma parroquia en junio de 1508<sup>167</sup>, pero el mismo nombre aparece asociado con la collación de San Esteban en julio de 1510<sup>168</sup> (¿debemos por tanto entender, a no ser de tratarse de otro vidriero con el mismo nombre, que Juan Álvarez se trasladó en este lapso de tiempo?). Finalmente, para terminar con San Bartolomé, Rodrigo Alvar (¿es este un error del escribano, y se trata de Rodrigo Álvarez, el que veíamos más arriba?) es situado allí en un acta fechada en junio de 1509<sup>169</sup>. Otro documento, fechado en agosto de 1494, sitúa al vidriero Gregorio Rodríguez (fallecido) en la Parroquia de Santa Magdalena, también muy céntrica<sup>170</sup>. Igualmente, o más, céntrica es la parroquia de San Salvador, donde aparece domiciliado el vidriero Antón Pablos, en un documento de marzo de 1500<sup>171</sup>; en esta misma parroquia aparece reflejado otro vidriero llamado Diego Martínez, en un documento de febrero de 1506<sup>172</sup>. Un tercer vidriero, Juanoto de Carvajal, aparece reflejado en San Salvador, en este caso en un acta firmada en agosto de 1508<sup>173</sup>. Los

<sup>163</sup> Capellà Galmés, M. A. 2014 “Artesanos vidrieros en Mallorca. Relaciones y conexiones con el Levante peninsular (siglos XIV-XV)”. *Anuario de Estudios Medievales* 44: 773-6.

<sup>164</sup> Para la topografía de la Sevilla en torno a 1500 ver Morales Padrón, F. 1989. *Historia de Sevilla. La ciudad del quinientos*. 3ª ed. Sevilla: Universidad de Sevilla.

<sup>165</sup> APS, IV, 1494 [=AHPS, 2.154], f. 593v. FDEO, 26, N. 13, f. 57; AHPS, PNSe, 2154, 594r; AHPS, PNSe, 2154, 652r. Para la posición de la parroquia de San Bartolomé en la trama urbana de la Sevilla bajomedieval ver Collantes de Terán Sánchez, A. 1977. *Sevilla en la Baja Edad Media. La ciudad y sus hombres*. Sevilla: Servicio de Publicaciones del Excmo. Ayuntamiento de Sevilla: 74.

<sup>166</sup> APS, XV, 1501 [=AHPS, 9.101], f. 687v. FDEO, 28, N. 2, f. 102.

<sup>167</sup> APS, XV, 1508-1° [=AHPS, 9.106], f. 1218. FDEO, 28, N. 7, f. 150.

<sup>168</sup> APS, XV, 1510-1° [=AHPS, 9.110], ff. 802-802v FDEO, 29, N. 3, f. 99.

<sup>169</sup> APS, XV, 1509-1° [=AHPS, 9.108], f. 751. FDEO, 29, N. 1, f. 100.

<sup>170</sup> APS, IV, 1494 [=AHPS, 2.154], f. 746. FDEO, 26, N. 13, f. 61.

<sup>171</sup> APS, IV, 1500-1° [=AHPS, 2.157], f. 47v. FDEO, 26, N. 13, f. 144.

<sup>172</sup> APS, XV, 1506-1° [=AHPS, 9.103], f. 172. FDEO, 28, N. 4, f. 6.

<sup>173</sup> APS, XV, 1508-2° [=AHPS, 9.107], f. 428. FDEO, 28, N. 8, f. 50. Además de esto, también tenemos mención a Rodrigo Martínez, en un documento fechado en octubre de 1495, si bien el documento no

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	281/807





documentos contenidos en los archivos nacionales nos indican la presencia de varios vidrieros más: en Sevilla Juan Romero y Gonzalo Martínez aparecen mencionados en un documento fechado en 1478<sup>174</sup>, y otro más llamado Alonso Martínez, en otro documento también de 1478<sup>175</sup>.

De este modo, tenemos, a tenor de la documentación presentada, una concentración de vidrieros en dos collaciones céntricas como son San Bartolomé y San Salvador. Estamos asumiendo que la referencia a la collación de origen se refiere a la de los talleres (si es que éste se situaba en un lugar distinto a su domicilio<sup>176</sup>), ya que al tratarse éstas de transacciones comerciales registradas ante notario parece lo más lógico, además de que algunas de ellas, como hemos visto en el párrafo anterior, concretan la posición del horno.

En esta cuestión de la ubicación de los talleres, de la que ya hablamos antes para analizar la posición de los mismos en época andalusí, es preciso profundizar en el estudio de las directrices establecidas por los concejos y el resto de autoridades con jurisdicción en cada ciudad. Sólo así podremos saber hasta qué punto era esta una actividad regulada y cómo afectaban estas regulaciones a la situación de los talleres, ya que los casos de Sevilla y Mallorca, aquí explicados en detalle, desaconsejan la práctica de establecer una regla común a todos, como se hace con excesiva frecuencia.

En el caso de Barcelona, por ejemplo, nos volvemos a encontrar con una situación que difiere de los dos casos anteriormente expuestos, y uno que tiene especial relevancia si tenemos en cuenta el peso específico adquirido por la ciudad en la producción de vidrio no sólo en la Península Ibérica sino también en el resto del Mediterráneo. La regulación institucional de la industria del vidrio se inicia con una recomendación, hecha por el Consell de Cent, que determinó en 1262 que los hornos habían de construirse de forma que quedasen tres palmos “de destra” entre el horno y

---

tiene relación con su actividad profesional y no hace más que constatar la existencia de este vidriero (APS, IV, 1495 [=AHPS, 2.155], f. 457v. FDEO, 26, N. 13, f. 85).

<sup>174</sup> AGS/3.2.1.12//RGS,LEG,147802,33.

<sup>175</sup> AGS/3.2.1.12//RGS,LEG,147801,179.

<sup>176</sup> Tenemos referencias de otros vidrieros que vivían junto a su taller, por ejemplo Pere Pujalt, en Barcelona. Cañellas I Martínez, S. y M. C. Domínguez Rodes. 2008. “Els forns de vidre a Barcelona I la seva rodalia (segles XIV-XVI)”. *Anuario de Estudios Medievales* 38: 620.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	282/807



la pared<sup>177</sup>, lo que puede entenderse como una ordenanza antiincendios; esta orden, junto a la prohibición promulgada por el Consell de Cent en 1322 de producir vidrio en la ciudad indican bien a las claras que esta actividad ya existía y que debía ser intensa; esta última ordenanza fue rápidamente abandonada<sup>178</sup>. La prohibición se basaba en la necesidad de evitar los “daños” que la actividad producía, y generalmente se ha tendido a asociar esto al peligro de incendio<sup>179</sup>. No obstante, por un lado cabría esperar que de ser esos los “daños” a los que se refería el Consell, la mención sería más explícita, máxime cuando las otras prohibiciones análogas de las que tenemos noticia, mencionan el excesivo consumo de leña para justificar la prohibición, y no el peligro de incendio<sup>180</sup>. Así, por ejemplo, en 1330 Jaime III de Mallorca prohibió la producción de vidrio en la isla, para evitar el consumo excesivo de leña, necesaria para la construcción de barcos de guerra en el contexto de la guerra contra Génova<sup>181</sup>; también en Girona, donde Jaime II prohibió en 1322 la producción tanto de ceniza como de vidrio, no sólo en la ciudad sino también en su obispado, por el gran consumo de leña que estas actividades implicaban, orden repetida en 1329.<sup>182</sup> Además de esto, resulta llamativo que la licencia real concedida por Pedro el Ceremonioso al vidriero Bernat Desmunt en 1346 para la instalación de un horno en Barcelona, contraviniendo las disposiciones del Consell de

<sup>177</sup> Juárez, E. 2013. “El modo catalán de negocio del vidrio a finales del medievo”. *Anales de Historia Antigua, Medieval y Moderna* 47: 111.

<sup>178</sup> Cañellas I Martínez, S. y M. C. Domínguez Rodes. 2008. “Els forns de vidre a Barcelona i la seva rogalia (segles XIV-XVI)”. *Anuario de Estudios Medievales* 38: 612.

<sup>179</sup> Cañellas I Martínez, S. y M. C. Domínguez. 2009. “Intervenció de les institucions públiques en la producció de vidre a la ciutat de Barcelona (segles XIV-XVI)”. Conferencia: *Seminari d'Història de Barcelona. Congrés de Història de Barcelona. La ciutat en xarxa. Resum de les ponències i comunicacions*: 3.

<sup>180</sup> Esto no es exclusivo de la Península Ibérica. En 1296, el vidriero Guillaume de Montbrun, en Luberon (Francia) fue obligado a cerrar su taller por las protestas que su excesivo uso de leña causaron entre los habitantes de la zona. Foy, D. 2001. *Le verre medieval et son artisanat en France méditerranéenne*. París: CNRS: 45. De igual modo, la intención de un vidriero de implantar un taller para producir al estilo veneciano en Macón en 1583 generó una considerable polémica legal y jurisdiccional, precisamente por la reticencia de los habitantes de la comarca, que temían que el consumo de combustible del horno acabase afectando a la sostenibilidad de la masa forestal de la zona. Lex. L. 1900. “Projet d'établissement d'une fabrique de verres de Venise a Macon, en 1583”. *Annales de l'Académie de Mâcon: société des arts, sciences, belles-lettres et d'agriculture* (1900): 250-54.

<sup>181</sup> Bernat, M. y J. Serra. 1992. “El forn de vidre del carrer de Can Burgos. Nòtules per a l'estudi del vidre medieval i post-medieval a Mallorca”. *BSAL* 48: 103; Capellà Galmés, M. A. 2014. “Artesanos vidrieros en Mallorca. Relaciones y conexiones con el Levante peninsular (siglos XIV-XV)”. *Anuario de Estudios Medievales* 44: 772.

<sup>182</sup> Cañellas I Martínez, S. y M. C. Domínguez Rodes. 2008. “Els forns de vidre a Barcelona i la seva rogalia (segles XIV-XVI)”. *Anuario de Estudios Medievales* 38: 612; Cañellas I Martínez, S. y M. C. Domínguez. 2009. “Intervenció de les institucions públiques en la producció de vidre a la ciutat de Barcelona (segles XIV-XVI)”. Conferencia: *Seminari d'Història de Barcelona. Congrés de Història de Barcelona. La ciutat en xarxa. Resum de les ponències i comunicacions*: 3.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	283/807



Cent y causando cierta tensión jurisdiccional, fuese finalmente aceptada por el Concell pero con unas condiciones muy específicamente referidas al aprovisionamiento de leña, que el vidriero debía de obtener en unos lugares determinados y no en otros<sup>183</sup>. Cabe recordar que esta aparente preocupación por la leña no aparece en nuestra documentación sólo en relación a la industria del vidrio; bien al contrario, la explotación sostenible de los recursos madereros fue una de las preocupaciones recurrentes de las legislaciones promulgadas por los concejos urbanos castellanos y aragoneses durante la Baja Edad Media.<sup>184</sup>

Volviendo al caso barcelonés, tras este primer conato de prohibición (que pareciese indicar la actividad de varios talleres en la ciudad) parece producirse un cambio sustancial en el modelo, y en 1325 Guillem Barceló (quien, incidentalmente, ya reza en otro documento de la ciudad por un incidente relacionado con su excesivo consumo de leña) aparece mencionado en un documento como el poseedor del único horno de vidrio de la ciudad. En el año 1331, el rey reafirmaba la licencia de Guillem, con la condición de que no emplease más de tres *somades* (c. 123 kg) de leña diarias. En 1340 el taller vuelve a aparecer en la documentación como único horno de vidrio de la ciudad, cuando la cantidad de leña permitida se había incrementado a cuatro *somades* diarias (c. 164 kg). Entre esta fecha y 1370, en la que también se hace concesión al mencionado Bernat Desmunt, no sabemos cuántos hornos había instalados en Barcelona, pero cabe suponer que serían pocos, (no sabemos cuánto tiempo estuvo activo el de Bernat). Finalmente, en 1370, no sólo se confirmó la concesión a Guillem Barceló, sino que por primera vez se le daba el monopolio de producción de vidrio en Barcelona<sup>185</sup>. Sabemos por documentación posterior que el horno se situaba en la zona

<sup>183</sup> Cañellas I Martínez, S. y M. C. Domínguez Rodes. 2008. "Els forns de vidre a Barcelona I la seva rosalia (segles XIV-XVI)". *Anuario de Estudios Medievales* 38: 613.

<sup>184</sup> Estrela, J. R. y Asla, A. O. 2010. "El aprovisionamiento de leña en las ciudades de la Baja Edad Media hispánica". *Estudios de Historia de España* XII: 185-200; López Rider, J. 2018. "The vegetal landscape of the southwest of Cordoba: a sample of the natural environment of Andalusia in the Late Middle Ages". *Journal of Iberian Medieval Studies* 10: 364-84.

<sup>185</sup> Esta exclusividad se explicaba por el carácter suprefluo que tendrían otros hornos de vidrio en la ciudad, explicándose que Barceló ya proporcionaba recipientes de vidrio de calidad, de numerosas formas y a buen precio, siendo innecesaria la operación de otro taller análogo, por el excesivo consumo de leña que esto acarrearía. Cañellas I Martínez, S. y M. C. Domínguez. 2009. "Intervenció de les institucions públiques en la producció de vidre a la ciutat de Barcelona (segles XIV-XVI)". Conferencia: *Seminari d'Història de Barcelona. Congrés de Història de Barcelona. La ciutat en xarxa. Resum de les ponències i comunicacions*.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	284/807



de Viladalls (actual “Carrer del Vidre”), dentro de la zona urbana, con lo que no parece que el peligro de incendio se tomase en consideración en este caso (ver Figura 5. 1).<sup>186</sup> En el siglo XV, el horno iba a pasar por una serie de vicisitudes, incluidos varios cambios de propietario y faltas de pago en los censos debidos, lo que llevó al horno finalmente a la inactividad.<sup>187</sup> Como resultado, en 1453 se hace concesión para la producción de vidrio a Bartomeu Llorenç, dado que el horno de Villadals estaba inactivo y acumulaba retrasos en sus tasas. La nueva concesión incluía provisiones para la reconstrucción y mudanza de las instalaciones allí donde el vidriero estimase más oportuno<sup>188</sup> (de nuevo el peligro de incendio parece causar poca inquietud), además de mantenerse la exclusividad a Bartomeu Llorenç para la práctica del oficio en la ciudad de Barcelona. Esto acarreó algo más tarde un litigio que llevó al cierre de otro horno de vidrio al que se le dio concesión, contraviniendo el régimen de monopolio establecido por el propio Concell, a un tal Ponç Juliá en 1473; finalmente, Bartomeu Llorenç logró el cierre del taller de su potencial competidor<sup>189</sup>. Volveremos a referirnos al horno de Ponç Juliá más adelante. La exclusividad de la que disfrutaban Bartomeu Llorenç en Barcelona (y un territorio de dos leguas a la redonda) y sus herederos se mantuvo hasta el siglo XVII. Otra circunstancia similar se haya constatada en Mallorca, donde el vidriero Nicolau Coloma fue el beneficiario de un acuerdo de los jurados de la ciudad para producir vidrio en régimen de monopolio, si bien este monopolio parece no haberse extendido más allá de 1417<sup>190</sup>.

*Ahora escucharéis lo que notifican a todo el pueblo los Honrados Jurados de la Ciudad y Reino de Mallorca, que Nicolau Coloma, vidriero [...] según está escrito en condiciones y modos establecidos, ha ofrecido al*

<sup>186</sup> Cañellas I Martínez, S. y M. C. Domínguez Rodes. 2008. “Els forns de vidre a Barcelona I la seva rogalia (segles XIV-XV)I”. *Anuario de Estudios Medievales* 38: 614-5.

<sup>187</sup> Cañellas I Martínez, S. y M. C. Domínguez Rodes. 2008. “Els forns de vidre a Barcelona I la seva rogalia (segles XIV-XVI)”. *Anuario de Estudios Medievales* 38: 616-8.

<sup>188</sup> Cañellas I Martínez, S. y M. C. Domínguez Rodes. 2005. “El forn de vidre del Pla d’en Llull de Barcelona (1447-1640) en els protocols notariais”. *Estudis Històrics I Documents dels Arxius de Protocols* XXIII: 4.

<sup>189</sup> Cañellas I Martínez, S. y M. C. Domínguez Rodes. 2008. “Els forns de vidre a Barcelona I la seva rogalia (segles XIV-XVI)”. *Anuario de Estudios Medievales* 38: 624-6.

Cañellas I Martínez, S. y M. C. Domínguez Rodes. 2008. “Els forns de vidre a Barcelona I la seva rogalia (segles XIV-XVI)”. *Anuario de Estudios Medievales* 38: 631-3.

<sup>190</sup> Bernat, M. y J. Serra. 1992. “El forn de vidre del carrer de Can Burgos. Nòtules per a l’estudi del vidre medieval i post-medieval a Mallorca”. *BSAL* 48: 105.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	285/807



*Consejo General del dicho Reino recientemente celebrado fabricar vidrio y venderlo de la siguiente forma, que es a saber:*

*Los brocals y ampollas que se conocen y venden a seis dineros el peso, de ahora en adelante se venderán a razón de cuatro dineros el peso.*

*Ídem, las tazas y gots que se conocen y venden a cuatro dineros el peso, se venderán y entregarán a razón de dos dineros el peso.*

*Ídem, los barriles de un cuarto abajo, que se conocen y es acostumbrado venderlos a razón de diecisiete dineros la libra, se venderá a razón de doce dineros la libra.*

*Ídem, los barriles de un cuarto arriba, que se conocen y es acostumbrado venderlos a razón de dos sueldos la libra, se venderá a razón de diecisiete dineros la libra.*

*Lo cual ha prometido [...] servir y cumplir a todos los habitantes del Reino de Mallorca que vayan a casa del dicho Nicolau para su propio uso y no podrán revenderlo ni sacarlo fuera de la isla según está establecido en los documentos realizados<sup>191</sup>.*

Un resultado llamativo del régimen de monopolio impuesto sobre la producción de vidrio en la ciudad de Barcelona es la expansión que la práctica tuvo en la zona de Cataluña y las regiones limítrofes, donde tuvieron que trasladarse los nuevos vidrieros ante la imposibilidad de establecer un taller en la ciudad. Los hornos instalados en la zona de Cataluña y del sur de Francia incluyeron Arenys de Mar, Badalona, Begues, Càn Massana, Collbató, Corbera, Corvelló, Cruilles, Fullea, Granollers, La Junquera, Mataró, Molins de Rey, Monjós, Montcada, Obach de Vacarisses, Olesa, Ordal, Perpiñán, Palau del Vidre (antes Palau del Rossellón), Reus, La Roca d'Albera, Requesens, Santa Coloma de Farnés, Sant Pere de Bigues, Sant Vicenç de Vallromanes, Serrant, Sureda, Tortosa, Vilanova i la Geltrú, Villafranca del Penedés, Vallbona y Vimbodí<sup>192</sup>.

<sup>191</sup> Juárez, E. 2013. "El modo catalán de negocio del vidrio a finales del medievo". *Anales de Historia Antigua, Medieval y Moderna* 47:114.

<sup>192</sup> Oliver, A. 1989. "El taller de vidre medieval de Sant Fost de Campsentelles". *Acta histórica et archaeologica mediaevalia* 10: 388; Cañellas I Martínez, S. y M. C. Domínguez Rodas. 2008. "Els forns de vidre a Barcelona I la seva rogalia (segles XIV-XVI)". *Anuario de Estudios Medievales* 38: 619; Juárez, E.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	286/807



Muchos de ellos fueron abiertos por vidrieros procedentes de Barcelona (cabe suponer que se trataría de pasados aprendices, obligados a emigrar ante la imposibilidad de instalarse en la ciudad); en Palau del Rossellón, abierto por el vidriero Berenguer Xatart en 1334; Badalona, en 1347 por Francesc d'Aversone; Sant Pere de Bigues, en 1407 por Francesc Ça Torra; en Vallromanes por Antoni Sala en 1417; en Cruilles por Pere Xatart en 1418; en Vallbona, entre 1419 y 1421 por Jaune Roger y Joan Coloma; y en Montcada, en 1486 por Antoni Sadurní.<sup>193</sup> Esto nos lleva a suponer que esta industria estaría en cierto modo controlada, si no dirigida, desde la asociación corporativa de vidrieros creada en Barcelona<sup>194</sup>, que analizaremos algo más adelante.

Esta "irradiación" del negocio del vidrio desde Barcelona llegó más allá del entorno inmediato de la ciudad, alcanzando otras regiones de la Corona de Aragón e incluso fuera de ella. El horno de Calviá (Mallorca) al que hacíamos referencia anterior, pudo haber sido un resultado precoz de la misma, dado que el nombre de uno de los concesionarios del permiso, Bernat Roger, coincide con otro permiso para establecer un taller de vidrio en Gerona en 1331. Sí sabemos a ciencia cierta que el Guillem Barceló a quien se concedió autorización para establecerse en la ciudad de Mallorca en 1347 era originario de Barcelona<sup>195</sup>, mientras que otro horno concedido en 1352 también tuvo como beneficiario a otro vidriero de Barcelona, Miquel Bartomeu<sup>196</sup>.

No obstante, otras interpretaciones parecen un poco más forzadas, como las que se refieren a la fundación de sendos talleres en Elche en 1418 y 1452, que Juárez sitúa dentro del área de influencia catalana, aunque esto no está documentado de forma fehaciente. De cualquier manera, sabemos que el horno establecido en 1452 ocupó el

2013. "El modo catalán de negocio del vidrio a finales del medievo". *Anales de Historia Antigua, Medieval y Moderna* 47: 111.

<sup>193</sup> Cañellas I Martínez, S. y M. C. Domínguez Rodas. 2008. "Els forns de vidre a Barcelona I la seva rosalia (segles XIV-XVI)". *Anuario de Estudios Medievales* 38: 619-23; Juárez, E. 2013. "El modo catalán de negocio del vidrio a finales del medievo". *Anales de Historia Antigua, Medieval y Moderna* 47: 111.

<sup>194</sup> Juárez, E. 2013. "El modo catalán de negocio del vidrio a finales del medievo". *Anales de Historia Antigua, Medieval y Moderna* 47: 111.

<sup>195</sup> Juárez, E. 2013. "El modo catalán de negocio del vidrio a finales del medievo". *Anales de Historia Antigua, Medieval y Moderna* 47: 113; Capellà Galmés, M. A. 2014. "Artesanos vidrieros en Mallorca. Relaciones y conexiones con el Levante peninsular (siglos XIV-XV)". *Anuario de Estudios Medievales* 44: 771-2.

<sup>196</sup> Cañellas I Martínez, S. y M. C. Domínguez Rodas. 2008. "Els forns de vidre a Barcelona I la seva rosalia (segles XIV-XVI)". *Anuario de Estudios Medievales* 38: 619.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	287/807



sitio de un antiguo taller de vidrio, que quizás sea el mismo al que se hace mención en 1418<sup>197</sup>.

Fuera del Levante y la zona de influencia de Cataluña los datos que tenemos son mucho más parcos. Están, por un lado las conocidas referencias a los hornos de Cadalso de los Vidrios (actual Comunidad de Madrid), de los que se tiene constancia desde el siglo XV, aunque una referencia indirecta los remonta al menos al año 1179<sup>198</sup>. Este centro debió ser muy activo en el siglo XV, a juzgar por las abundantes referencias documentales a vidrieros relacionados con la localidad. Conocemos, por ejemplo, la actividad del vidriero Alonso Gómez, por una ejecutoria judicial fechada en 1494<sup>199</sup>, además de otros, que veremos con más detalle más abajo, que aparecen mencionados en expedientes de procesos inquisitoriales. La actividad de Cadalso parece verse confirmada por el comentario escrito por el Arcipreste de Talavera que, en el siglo XV nos dice que “el Vidrio de Cadalso es cosa corriente en toda España”, mientras que su calidad fue mencionada por Marineo Siculo<sup>200</sup>. La presencia de vidrios de Cadalso es abundante en inventarios a lo largo de la primera mitad del siglo XVI<sup>201</sup>.

Burgos también parece haber concentrado la actividad de varios vidrieros. Como veremos luego, esta fue la ciudad elegida por varios vitralistas, tanto extranjeros como castellanos, para establecer un taller de vidrieras desde el que atender la demanda regional, existiendo además referencias a otros vidrieros en ella. En 1490, un vidriero judío, Pedro de Medina, abandonó a su patrón por tratarlo con desconsideración y pasó a emplearse con un vidriero musulmán que en la documentación aparece bajo el nombre de Aluceynt<sup>202</sup>. Tenemos además referencia a varios vidrieros más, incluyendo a Diego López, que aparece en un documento (que volveremos a ver un poco más abajo)

<sup>197</sup> Juárez, E. 2013. “El modo catalán de negocio del vidrio a finales del medievo”. *Anales de Historia Antigua, Medieval y Moderna* 47: 116. Ver también Frothingham, A. 1963. *Spanish Glass*. Londres: Faber: 25.

<sup>198</sup> Jorge García Reyes, C. y A. Limpo y Llofriu. 1986. “La manufactura del vidrio en la comarca de San Martín de Valdeiglesias”. *Narria* 43: 36.

<sup>199</sup> AGS/3.2.1.28.12//RGS,LEG,149412,269.

<sup>200</sup> Belinchón Yagüe, D. 2001. “Vidrios castellanos de Cadalso de los Vidrios y el Recuenso” *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio* 40: 385.

<sup>201</sup> Mazadiego Martínez, L. F., O. Puche Riart, L. Canoura López y J. F. Llamas. 2006. “Los hornos de vidrio de Ramón Sáez en Cadalso de los Vidrios (Madrid)”. *De Re Metallica* 6-7: 68.

<sup>202</sup> Frothingham, A. 1963. *Spanish Glass*. Londres: Faber: 26.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	288/807





fechado en 1521<sup>203</sup>, Antonio de Acuña, mencionado en un documento de 1522<sup>204</sup> y en otro de 1528<sup>205</sup> y Jorge Millarecio, que es citado como ya difunto en un documento de 1549<sup>206</sup>. No lejos de la ciudad de Burgos tenemos conocimiento de la actividad de los vidrieros Pero López en Covarrubias, gracias a un documento de 1491<sup>207</sup>, y Leví (al que volveremos más abajo), en Aranda de Duero, que también deja huella en el registro en 1491<sup>208</sup>.

En Guisando, en la provincia de Ávila, tenemos referencia al trabajo de dos hornos que se encontraban en funcionamiento entre 1478 y 1480, pagando sus alcabalas al vecino monasterio de San Jerónimo,<sup>209</sup> y en Recuenco, en la zona limítrofe entre Cuenca y Guadalajara, donde hubo considerable actividad vidriera en los siglos XVII y XVIII, tras convertirse la ciudad en la suministradora oficial de El Escorial en 1582, pero donde se ha constatado la presencia de al menos dos sopladores de vidrio ya en el siglo XV<sup>210</sup>.

Aparte de esto, contamos con las actas notariales antes reseñadas, de Sevilla, y con la mención de al menos dos vidrieros actuando en Córdoba, un tal Juan de Torres, vecino de Aznalcázar, que aparece reflejado en un acta notarial, custodiada en la sección de Protocolos Notariales del Archivo Histórico Municipal de Córdoba, de septiembre de 1494 y Pedro Gil<sup>211</sup>, este sí vecino de Córdoba, que aparece en un documento del mismo archivo sosteniendo una transacción comercial en octubre de 1502<sup>212</sup>.

Finalmente, contamos con un extraordinario documento identificado en el Archivo Histórico Municipal de Jerez de la Frontera, por el que el Concejo de la ciudad hace al vidriero Pedro de Mena concesión de permiso para la instalación de un horno de vidrio en la ciudad, con el apoyo financiero de la misma, a condición de que la producción del vidriero se vendiese de forma prioritaria en Jerez (aunque no excluyese

<sup>203</sup> AGS/3.11/CRC.333.3.

<sup>204</sup> ARCHV/9.8.1//REGISTRO DE EJECUTORIAS, CAJA 358, 66.

<sup>205</sup> ARCHV/9.8.1//REGISTRO DE EJECUTORIAS, CAJA 405, 53.

<sup>206</sup> ARCHV/9.8.1//REGISTRO DE EJECUTORIAS, CAJA 682, 53.

<sup>207</sup> AGS/3.2.1.25//RGS,LEG,149111,98.

<sup>208</sup> AGS/3.2.1.25//RGS,LEG,149111,114.

<sup>209</sup> AGS/3.2.1.12//RGS,LEG,147812,141. Ver también Frothingham, A. 1963. *Spanish Glass*. Londres: Faber: 26.

<sup>210</sup> Belinchón Yagüe, D. 2001. "Vidrios castellanos de Cadalso de los Vidrios y el Recuenco" *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio* 40: 387.

<sup>211</sup> Ahpc, 18-6, 977r

<sup>212</sup> Ahpc, 14-38, 24, 29r.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	289/807



su exportación a otras ciudades siempre y cuando las necesidades de la población de Jerez quedaran satisfechas)<sup>213</sup>. También se tiene constancia de la existencia de otro vidriero en Jerez, Fernando Sánchez, mencionado en un documento de 1485<sup>214</sup>. También hemos encontrado dos referencias aisladas a la presencia de vidrieros en Autol (La Rioja) en 1493<sup>215</sup> y Valladolid en 1526<sup>216</sup>.

Es importante reseñar en este caso que los archivos castellanos apenas han sido examinados en busca de vidrieros, más allá de nuestra breve exploración. A pesar de que apenas hemos tenido ocasión de sondear los archivos de forma somera, ya hemos logrado encontrar valiosos datos, lo que sugiere que una investigación más exhaustiva, puede ofrecernos mucha más claridad de la que de momento tenemos.

En lo que se refiere a la estructura de los hornos en sí, los datos son extremadamente escuetos. Sabemos, por ejemplo, que el horno que regentaba Nicolau Coloma en Mallorca en 1394 tenía cinco “bocas” y crisoles, es decir, cinco puestos de trabajo, y otro atestiguado en la misma ciudad en 1482 un mínimo de tres<sup>217</sup>. El horno de Villadals de Barcelona, por su parte, parece haber tenido cuatro puestos de trabajo<sup>218</sup>, mientras que el de Pla d’en Llull tenía dos, con sus respectivos crisoles. Tenemos que volver ahora, con estos datos, por sucintos que sean, a la cuestión del consumo de leña. En relación con el experimento reseñado en el Capítulo 2<sup>219</sup>, mencionábamos que la cantidad de leña necesaria para mantener el horno a temperatura de soplado eran de 14,38 kg de leña por hora en un pequeño horno de una sola boca. Aunque no estoy en la posición de dar cifras fiables (es necesario experimentar más sobre el asunto), es presumible que el consumo para un horno de cuatro o incluso cinco puestos sería mucho mayor, aunque es cierto que el tiempo de

<sup>213</sup> Archivo Municipal de Jerez de la Frontera, Protocolos Notariales, fols. 20r-20v.

<sup>214</sup> Serrano Pinteño, J. 2014. “El Hospital de la Sangre. De la fundación a la reducción de 1636. Nuevos datos”. *Revista de Historia de Jerez* 16-17: 101. El contrato que el concejo de la ciudad de Elche le hace a Nadal Torres, que se hizo cargo del taller allí establecido en 1452 es muy similar al que Jerez de la Frontera le hace a Pedro de Mena, incluyendo la ayuda financiera que el concejo ofrece al vidriero para equipar el taller. Frothingham, A. 1963. *Spanish Glass*. Londres: Faber: 25-6.

<sup>215</sup> AGS/3.2.1.27.3//RGS,LEG,149303,68.

<sup>216</sup> ARCHV/9.11.1.2//PL CIVILES,ALONSO RODRÍGUEZ (F),CAJA 576,2.

<sup>217</sup> Capellà Galmés, M. A. 2014. “Artesanos vidrieros en Mallorca. Relaciones y conexiones con el Levante peninsular (siglos XIV-XV)”. *Anuario de Estudios Medievales* 44: 776-7.

<sup>218</sup> Cañellas I Martínez, S. y M. C. Domínguez Rodas. 2008. “Els forns de vidre a Barcelona I la seva rosalia (segles XIV-XVI)”. *Anuario de Estudios Medievales* 38: 616.

<sup>219</sup> Taylor, M. y D. Hill. 2008. “Experiments in the Reconstruction of Roman Wood-Fired Glassworking Furnaces”. *Journal of Glass Studies* 50: 249-70.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	290/807



fusión en el que el vidrio ha de mantenerse a una temperatura menor (en torno a los 800 °C), antes de elevar la temperatura para proceder al soplado exigiría un consumo de leña por debajo de los 14,38 Kg/hora señalados más arriba. Así suponiendo que el horno gastase una media de leña de unos 20 kg/hora, cuando el consumo permitido se amplió a cuatro *somades* de leña (c. 164 kg), esto mantendría el horno en funcionamiento durante unas ocho horas diarias, con al menos dos de ellas aproximadamente para el trabajo de las piezas. Si además asumimos, como venimos haciendo, que el asunto de la leña tendría más que ver con la conservación de esta materia prima para otros menesteres<sup>220</sup>, que con las molestias que el horno pudiese ocasionar<sup>221</sup> (los hornos de vidrio producen una cantidad de humo mucho menor de la podría pensarse), podemos también asumir que las *somades* de leña contabilizadas eran las que el vidriero compraba, no las que realmente usaba durante la jornada (además, resulta difícil imaginar un sistema de vigilancia que sirviese para controlar el consumo de leña del taller por parte de las autoridades). Si, como parece probable, el horno no se encendía todos los días, resulta razonable pensar que la cantidad de leña a la disposición del vidriero para los días en que sí lo hacía sería superior a estas cuatro *somades*, con lo que las restricciones impuestas al taller parecen más que razonables. Esto no quiere decir, en el caso de Barcelona, que esto permitiese al vidriero que actuaba en régimen de monopolio, satisfacer la demanda de toda la ciudad, como tendremos ocasión de ver algo más adelante.

Claude Carrere, por otro lado, afirmaba que, en 1453, el vidriero Barthomeu Lorens consumió 8000 quintales de madera (unas 328 toneladas) en sólo seis o siete meses<sup>222</sup>. Este dato ha de ser tomado con escepticismo, y es posible que se trate de un error en la documentación. Por una parte, la cantidad de madera supuestamente

<sup>220</sup> Por ejemplo, la construcción de barcos de guerra, como parece también desprenderse del hecho de que el vidriero barcelonés Bernat Desmunt recibiese orden de usar en sus hornos madera de pino, que resulta menos adecuada para la construcción naval. Cañellas I Martínez, S. y M. C. Domínguez Rodas. 2009. "Intervenció de les institucions públiques en la producció de vidre a la ciutat de Barcelona (segles XIV-XVI)". Conferencia: *Seminari d'Història de Barcelona. Congrés de Història de Barcelona. La ciutat en xarxa. Resum de les ponències i comunicacions*.

<sup>221</sup> La única referencia documental que conozco en la que parece aludirse con claridad a las molestias ocasionadas por un horno de vidrio corresponde a una queja alzada por el monasterio de Santa Clara, de Burgos, contra el vidriero Diego López en 1521. AGS/3.11/CRC.333.3.

<sup>222</sup> Carrere, C. 1967. *Barcelone centre économique à l'époque des difficultés*. París. La Haye: Mouton & Co: 383.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	291/807



consumida por este vidriero resulta completamente contradictoria con respecto al resto de lo que hemos venido viendo, y además parece difícil sostener la idea de un horno capaz de consumir cerca de dos toneladas diarias (aproximadamente 75 kg a la hora), para lo que debería además estar encendido ininterrumpidamente. Tampoco resulta fácil reconciliar esta idea con el aparente celo con el que las autoridades parecían racionar el consumo de leña, como venimos viendo repetidamente.

No tenemos constancia de la vida útil de estos hornos (recordemos que los vidrieros de Herat la situaban en dos años<sup>223</sup>), pero sí tenemos noticia de la razón alegada por el propietario a la sazón del horno barcelonés de Villadalls, el barbero Lleonard Derç, que atribuyó el impago de los censos debidos al hecho de que el horno se había “dehorrit” (¿derretido?), sin estar en condiciones financieras de repararlo, lo que lleva a pensar que la estructura se resintió por las altas temperaturas alcanzadas en su interior, causando quizás el derrame del vidrio fundido (algo similar pareció causar el fin del horno romano de Basinghall Street<sup>224</sup>).

En lo que respecta al instrumental de los talleres, la información es también escasa, y pocos de los objetos mencionados están directamente relacionados con la producción del vidrio. Los inventarios de materiales de los barceloneses Bernat the Mont, Joan Llorenç y Jacob Monbopés incluían “árboles” para transportar el vidrio en ellos, y unas balanzas de madera con pesas de hierro de una libra y de libra y media (“abdos pesos de dos lliures y mija entre tots”)<sup>225</sup>. También sabemos que el horno de Nicolau Coloma en Mallorca contaba con seis “marbras ferri”, o lo que es lo mismo, seis planchas sobre las que girar la caña de soplado para darle a las piezas de vidrio una forma regular, y seis moldes de plomo y cobre. Mientras uno de ellos es descrito como “mollo gros de plom ad mollandum barrallos” para piezas grandes, otro de ellos tenía

<sup>223</sup> Brill, R. 1979. “A small glass factory in Afghanistan”. *Glass Art Society Journal* 1979: 26-27.

<sup>224</sup> Cañellas I Martínez, S. y M. C. Domínguez Rodes. 2009. “Intervenció de les institucions públiques en la producció de vidre a la ciutat de Barcelona (segles XIV-XVI)”. Conferencia: *Seminari d’Història de Barcelona. Congrés de Història de Barcelona. La ciutat en xarxa. Resum de les ponències i comunicacions*; Cañellas I Martínez, S. y M. C. Domínguez Rodes. 2008. “Els forns de vidre a Barcelona i la seva rodatia (segles XIV-XVI)”. *Anuario de Estudios Medievales* 38: 617; Wardle, A. y J. Shepherd. 2015. “Work in the margins – the glass-working waste from Basinghall Street” En A. Wardle (ed) *Working on the Margins of Roman London: Excavations at 35 Basinghall Street, City of London, 2005*. Londres: Museum of London Archaeology Monograph: 36-74.

<sup>225</sup> Riu de Martín, M. C. 2004. “Vida cotidiana de los ceramistas y vidrieros barceloneses”. *Anuario de Estudios Medievales* 34: 343.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	292/807



forma de piña o panel de abeja para dar relieve a las mismas<sup>226</sup>. Cabe suponer que estos últimos moldes serían lo que en inglés se denominan “dip mould”, que son unos pequeños moldes en los que se inserta la bola de vidrio fundido en el extremo de la caña, antes de sacarla y proceder a su soplado una vez que el relieve del molde ha quedado impreso sobre el vidrio. Así, al extenderse el vidrio, las estrías o el motivo decorativo se expanden en la misma proporción que el resto de la pieza. Estos moldes, que suelen ser de metal, forman parte de la tradición islámica<sup>227</sup>, que las heredó del imperio sasánida<sup>228</sup>, habiéndose encontrado varios ejemplares de espléndida factura en el Próximo oriente, y que debieron ser similares a los del horno de Nicolau (ver Figura 5. 2.).

Continuando con otros aspectos relacionados directamente con la producción, ya hemos mencionado el papel protagonista que juega el aprovisionamiento de leña tanto en la operación de los talleres como en su regulación. En lo que se refiere a las tres materias primas fundamentales en la producción, la presencia de los fundentes en la documentación es continua.

Por un lado, tenemos los vidrieros que dependían de agentes externos para sus insumos de ceniza<sup>229</sup>, por ejemplo, en Cadalso de los Vidrios, que se surtía de barrilla en El Tembleque (Toledo) (desconocemos si la barrilla se servía ya incinerada o no)<sup>230</sup>. En Barcelona, disponemos, por ejemplo de un contrato de marzo de 1454 para la compra de “sosa” (144 quintales a 43 libras y 8 sous) entre el vidriero Bartomeu Llorenç y el mercader Rafel Oller, y otro de julio de 1458 en el que los vidrieros Pau y Francesc Sala compran “sosa” (291 quintales a 123 libras, 13 sous y 6 dineros) al mercader Bartomeu

<sup>226</sup> Capellà Galmés, M. A. 2014. “Artesanos vidrieros en Mallorca. Relaciones y conexiones con el Levante peninsular (siglos XIV-XV)”. *Anuario de Estudios Medievales* 44: 776-7.

<sup>227</sup> Whitehouse, D. 2001. “Mold-blown glass”. En S. Carboni y D. Whitehouse (eds) *Glass of the Sultans*. Nueva York: The Metropolitan Museum of Art: 84-5.

<sup>228</sup> Simpson, S.-J. 2014, “Sasanian glass: an overview”. En D. Keller, J. Price y C. Jackson (eds.), *Neighbours and Successors of Rome*. Oxford: Oxbow: 228.

<sup>229</sup> Como los vidrieros de Herat documentados por Brill, que eran surtidos por las tribus nómadas del desierto, una práctica que se conoce desde el siglo IX. Brill, R. 1979. “A small glass factory in Afghanistan”. *Glass Art Society Journal* 1979: 26-27. Igualmente, esto parece haber sido práctica corriente entre los primeros vidrieros en emplear cenizas vegetales en el siglo IX en Siria y la costa sirio-palestina. Henderson, J. 2012. *Ancient Glass. An Interdisciplinary Exploration*. Cambridge: Cambridge University Press.

<sup>230</sup> Jorge García Reyes, C. y A. Limpo y Llofríu. 1986. “La manufactura del vidrio en la comarca de San Martín de Valdeiglesias”. *Narria* 43: 44.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	293/807



Fontanil<sup>231</sup>. Cañellas y Martínez argumentan que la diferencia de precio puede deberse a varias razones, incluyendo una diferencia en la calidad<sup>232</sup>, lo que parece razonable, sobre todo teniendo en cuenta que los segundos compraron más del doble de sosa que el primero, lo que en principio debería redundar en un mejor precio, no siendo en realidad así. En Francia, por otro lado, los mercaderes que suplían a los vidrieros de sosa solían tomar pago no en moneda sino en especie, que después se encargaban de redistribuir<sup>233</sup>. Este modelo no era del todo desconocido en la Península Ibérica (ver APS, XV, 1510-2° [=AHPS, 9.111], f. 373. FDEO, 29, N. 4, f. 46 en Apéndice 3), pero sí parece haber sido menos frecuente. Debe, no obstante, tenerse en cuenta que, por lo que veremos a continuación en los protocolos notariales de Sevilla, en esta ciudad los contratos de compra-venta incluían no sólo el género, sino también su transporte hasta el punto de recepción en la ciudad. Como en este caso sabemos que Bartomeu Llorenç tenía taller en exclusividad en Barcelona, podemos especular con que el precio pagado por Pau y Francec Sala incluía el transporte hasta, presumiblemente Sant Vicenç de Vallromanes, donde sabemos que los Sala tenían un taller<sup>234</sup>, a unos 45 km del centro de Barcelona, donde cabe suponer que los mercaderes tenían sus almacenes.

En el caso de los protocolos notariales de Sevilla nos encontramos con una situación ligeramente distinta, dado que parece que en este caso los vidrieros adquirían la barrilla (“barrilla” o “almajo”) directamente a los productores, que se distribuyen fundamentalmente por la zona del Aljarafe. Un acta, que ya hemos visto, de mayo de 1494 presenta a Rodrigo Álvarez, comprando 25 quintales de “buen almarjo limpio y sin cortezas, tal que sea de dar y de tomar a vista y juicio de vidrieros” por 75 maravedís el quintal<sup>235</sup>; en marzo de 1500 tenemos a Antón Pablos comprando quince quintales de “almajo” a un residente de Huévar llamado Juan Martínez de Anguas, a 70 maravedís el quintal, comprometiéndose el vendedor a entregar la mercancía en el puerto de Sevilla,

<sup>231</sup> Cañellas I Martínez, S. y M. C. Domínguez Rodes. 2005. “El forn de vidre del Pla d’en Llull de Barcelona (1447-1640) en els protocols noterials”. *Estudis Històrics I Documents dels Arxius de Protocols* XXIII: 3.

<sup>232</sup> Cañellas I Martínez, S. y M. C. Domínguez Rodes. 2005. “El forn de vidre del Pla d’en Llull de Barcelona (1447-1640) en els protocols noterials”. *Estudis Històrics I Documents dels Arxius de Protocols* XXIII: 3-4.

<sup>233</sup> Foy, D. 2001. *Le verre médiéval et son artisanat en France méditerranéenne*. París: CNRS:37.

<sup>234</sup> Cañellas I Martínez, S. y M. C. Domínguez Rodes. 2008. “Els forns de vidre a Barcelona I la seva rodalía (segles XIV-XVI)”. *Anuario de Estudios Medievales* 38: 621.

<sup>235</sup> AHPS, PNSe, 2154, 594r.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	294/807



y cubriendo los costos de barcaje<sup>236</sup>; en junio de 1508, Juan Álvarez compra 30 quintales de barrilla “tal que sea tomar a vista de vidrieros” a entregar en “la Torre de Benacazón”, a Juan Fernández, de Huévar, labrador, sin que se especifique el precio, aunque el documento indica que el vidriero paga a cuenta 500 maravedíes<sup>237</sup>; Rodrigo Alvar (¿o Álvarez?) aparece comprando de Pedro González de Siero, vecino de Robayna, 20 quintales de “almajo limpio y sin costeras” a 60 maravedíes el quintal, a entregar en el muelle de Sevilla; el vidriero Rodrigo Álvarez aparece en mayo de 1510 comprando de Diego Martín Portillo, vecino de Lebrija, 20 quintales de “buen almajo limpio y sin costeras” a 60 maravedís el quintal, obligándose el vendedor a entregar la mercancía en el muelle de Sevilla<sup>238</sup>; otro (o el mismo) Juan Álvarez aparece comprando de Bartolomé Domínguez, de Villafranca de la Marisma, 30 quintales de “buen almajo, rapado de las costeras y bueno, limpio y sin tierra”, a 80 maravedíes el quintal, a entregar en el “puerto del río Salado, que es delante del Bodegón del Rubio”<sup>239</sup>.

Resulta desafortunado que la única referencia a “barrilla” sea aquella en la que no aparece reflejado el precio por quintal, ya que no está claro si existe alguna diferencia de calidad o incluso de especie con el “almajo”. No obstante, podemos ver que el precio de este último se mantiene bastante regularmente en torno a los 60-80 maravedíes el quintal. Es interesante comprobar como todas las compras de “almajo” o “barrilla” se sitúan entre marzo y julio, lo que indica la fecha en la que las plantas están en plenitud, pudiendo proporcionar mayor cantidad de materia prima. Esto resulta enormemente ilustrativo de la variabilidad que los condicionantes ambientales introducen en la producción de vidrio con la adopción de los fundentes de base vegetal, ya que tenemos evidencia de que en el Próximo Oriente las plantas empleadas para la producción de vidrio se recogían a finales de verano<sup>240</sup>.

En el caso de Sevilla también se pueden comprobar las notables diferencias entre distintas industrias, y la escala a la que operaban los artesanos vidrieros. Entre los protocolos notariales recogidos por Otte aparecen numerosas transacciones realizadas

<sup>236</sup> APS, IV, 1500-1° [=AHPS, 2.157], f. 47v. FDEO, 26, N. 13, f. 144.

<sup>237</sup> APS, XV, 1508-1° [=AHPS, 9.106], f. 1218. FDEO, 28, N. 7, f. 150.

<sup>238</sup> APS, XV, 1510-1° [=AHPS, 9.110], ff. 571-571v FDEO, 29, N. 3, f. 69.

<sup>239</sup> APS, XV, 1510-1° [=AHPS, 9.110], ff. 802-802v FDEO, 29, N. 3, f. 99.

<sup>240</sup> Henderson, J. 2012. *Ancient Glass. An Interdisciplinary Exploration*. Cambridge: Cambridge University Press: 262.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	295/807





por un mercader italiano, Bartolomé de Rivarolo, o alguno de sus familiares. Como muestra, hemos examinado las transacciones realizadas por éste (en muchas ocasiones, varias en el mismo día) en 1510 y 1511 un lapso de tiempo en el que adquiere un total aproximado de 839 toneladas métricas de “mazacote”, o lo que es lo mismo, cenizas de barrilla, a un precio que se sitúa en casi todos los casos en 42 maravedíes. El hecho de que las plantas se compren ya incineradas probablemente indica que estaban menos depuradas que las que resultaban necesarias para la producción de vidrio, y que estas serían depuradas en la almona propiedad de Rivarolo. De hecho, expresiones del tipo “buenas para hacer jabón” se repite a menudo en estas actas notariales (recordemos que en una de las transacciones mantenidas por vidrieros se especificaba que la barrilla había de ser “tal que sea tomar a vista de vidrieros”). Así, es de suponer que los vidrieros incineraban las plantas personalmente. Quizás en apoyo de esta idea esté el hecho de que, en mayo de 1510, Francisco Martín, hijo del vidriero, ya fallecido, Rodrigo Martín, aparece como residente en Huévar (en la zona del Aljarafe), vendiendo a Rivarolo 200 quintales de mazacote<sup>241</sup>. Es llamativo que tanto Francisco como su madre Elvira, viuda de Rodrigo Martín, aparezcan reflejados como residentes de Lebrija, donde sabemos que también se producían barrillas, en abril de 1506<sup>242</sup>, lo que hace pensar que quizás el hijo del vidriero fallecido (que de acuerdo con las actas murió con numerosas deudas), abandonase el trabajo de su padre para especializarse en la producción de cenizas, aunque la documentación no permite asegurarlo. De cualquier forma, tenemos referencia de la existencia de otro vidriero en Huévar algunas décadas antes, en 1478<sup>243</sup>. En lo que se refiere a las fechas no existe gran variación, ya que Rivarolo hizo, en 1510, un 65% de sus compras en mayo, un 18% entre junio y julio, y un 16% en octubre, mientras que en 1511 el 85% de sus compras las hizo en abril y el 15% en el verano (sin duda, la fecha exacta en la que se producían las compras dependía de las condiciones climáticas de cada año).

Por otro lado, cabe preguntarse si las almonas (y en menor medida los vidrieros) de Sevilla estaban acaparando barrilla a nivel regional, haciéndolas inaccesibles para los vidrieros más allá de la capital. Un acta notarial de Córdoba que ya hemos visto, fechada

<sup>241</sup> APS, XV, 1510-1° [=AHPS, 9.110], ff. 425-425v. FDEO, 29, N. 3, f. 46.

<sup>242</sup> APS, VII, 1506 [=AHPS, 8.887], f. 317v. FDEO, 27, N. 8, f. 40.

<sup>243</sup> AGS/3.2.1.12//RGS,LEG,147807,49.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	296/807



en octubre de 1502<sup>244</sup>, refleja a Pedro Gil, vidriero de Córdoba, aparece adquiriendo una carga de vidrio de Francisco Redondo, de Cadalso. La compra es por 90 docenas de vasijas, y el precio convenido es de 500 maravedís, que entendemos debe ser el precio por vasija. El mismo hecho de que la compra se cuente en vasijas parece indicar que se trata de vidrio roto para su reciclaje. Por otro lado, sabemos que los jaboneros de Córdoba producían “jabón blando y prieto”, es decir, jabón sódico y jabón potásico respectivamente (el último producido fundamentalmente con lentisco)<sup>245</sup>, lo que indica que las plantas sódicas o sus cenizas no resultaban del todo inaccesibles en Córdoba, si bien el efecto combinado del gran consumo de Sevilla y de los propios jaboneros de Córdoba pueden haber hecho más económico para los vidrieros de esta ciudad adquirir su vidrio ya formado en Cadalso para su reciclaje. De cualquier forma, se trata de sólo una referencia, con lo que no debemos alcanzar conclusiones demasiado aventuradas hasta que no hayamos podido examinar estos archivos en más detalle<sup>246</sup>.

En Mallorca parecemos tener un tercer modelo en los insumos de fundentes, en el que los vidrieros recogen las plantas personalmente en lugar de adquirirlas, una práctica que ya aparece en la famosa referencia al acuerdo mantenido entre el vidriero Guillem y el monasterio benedictino de Poblet para la recolección de plantas barrilleras en 1189<sup>247</sup>.

*En nom de Deu. Sia a tothom cosa manifesta, com jo, Esteve, Abad de Poblet, i Pere, Prior, amb tot el nostre convent, concedim a vos Guillem, vidrier, les artigues de la Font Nerola, que vos mateix hei tret, i el camp de conreu collindant. En condicions que els pogueu posseïre i retenir durant tota la vida, amb obligació del delme, que ens pagareu cada any, i demés, dos quintars de vidre obrat en taules de cens anyal, a*

<sup>244</sup> Ahpc, 14-38, 24, 29r.

<sup>245</sup> Ahpc, 18, Legajo 13666, 111r; Legajo 13667, 528v-529r.

<sup>246</sup> El vaciado realizado por Ana Moreno del Oficio 18 del Archivo de Protocolos notariales de Córdoba ha permitido conocer que entre estos protocolos no existe referencia alguno al trabajo del vidrio. Moreno Moreno, A. 1998. *Índices de los protocolos notariales de Córdoba oficio 18. 1482-1495*. Granada: Ilustre Colegio notarial de Granada.

<sup>247</sup> Glick, T. F. 1979. *Islamic and Christian Spain in the Early Middle Ages*. Leiden: Brill: 241. Esta es, incidentalmente, la más antigua mención al uso de plantas por parte de un vidriero en la Europa meridional. Foy, D. 2001. *Le verre medieval et son artisanat en France méditerranéenne*. París: CNRS: 33.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	297/807



*pagar per Pasqua; i en cas de volver nosaltres fer obrar vidre nostre fins a quatre quintars, vos l'obrareu, a condició de donar aliments a vos i a dos mes, sens cap altra paga, concedint-vos sepultura, segons us de nostre Ordre. – I jo Guillem, vidrier, me dono i entrego como domèstic a mon Deu i a Santa Maria de Poblet, en mans de Esteve, Abat, en vida i en mort, i m'obliga a fer i cumplir tot lo aquí escrit, en bona fe i sense engany; i arribada la mia fi, el monestir entri en possession de la quarta part dels maus béns, en bé i remedi de la meva ànima, i el monestir tinga lo seu, lliure i pacíficament; la muller i els meus fills entrin en possessió pacífica de les tres parts dels meus bens d'aquell any. Aquest pacte s'èst fet avui, als dinou diez del mes d'agost de l'any 1189. Sig+ne d Esteve, Abat. Sig+ne de Pere, Prior. Sig-ne de A. Salo. Sig+ne de Guillem Vidrier. Sig=ne de Arnau de Carcassona. Sig-ne de Guillem, Cantor, qui ha extès el present escrit<sup>248</sup>.*

En 1473, por ejemplo, el vidriero Antoni Sala recibía autorización para recoger “herba sosa” en las islas de Els Malgrats, y en 1482, varios vidrieros arrendaron el archipiélago de Cabrera para la explotación de, entre otros recursos, las cenizas de las barrillas que se encontraban en las islas, y tenemos un contrato similar fechado en el año 1510<sup>249</sup>. Un modelo similar parece haberse seguido en otras regiones a juzgar por un documento de 1499 en el que se reclama a las justicias de Úbeda y Guadix que permitieran a Diego de Espinosa, oficial vidriero, que recogiese y llevase unas hierbas “llamada sosa”, necesaria para la fabricación de vidrio<sup>250</sup>.

No obstante, este modelo no parece haber cubierto la demanda de cenizas, dado que existen numerosas referencias a la compra de las mismas, especialmente procedentes de Valencia y Alicante (pero ninguna de cenizas procedentes de Francia o Italia)<sup>251</sup>. Resulta, por otro lado, llamativo que el expediente abierto por la Inquisición a

<sup>248</sup> Toda I Güell, E. 1935. “La col·lecció de vidres antics de Poblet” *Butlletí arqueològic Abril-Junio 1935*: 46-7.

<sup>249</sup> Capellà Galmés, M. A. 2014 “Artesanos vidrieros en Mallorca. Relaciones y conexiones con el Levante peninsular (siglos XIV-XV)”. *Anuario de Estudios Medievales* 44: 779.

<sup>250</sup> AGS, RGS, LEG, 149911, 48.

<sup>251</sup> Capellà Galmés, M. A. 2014 “Artesanos vidrieros en Mallorca. Relaciones y conexiones con el Levante peninsular (siglos XIV-XV)”. *Anuario de Estudios Medievales* 44: 780. González Tascón afirma que el puerto

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	298/807



Juan Robles, un vidriero de Cadalso de los Vidrios de origen converso, a principios del siglo XVI incluía una carta de éste desde Fez, donde se hallaba refugiado, en la que solicita a uno de sus asociados en Castilla que adquiera allí barrilla y se la envíe para establecer un taller en Marruecos<sup>252</sup>. Es imposible saber si esto era porque las cenizas no se encontraban disponibles en el norte de África, o si sencillamente Juan prefería adquirirlas en Castilla por que confiaba más en el género con el que estaba acostumbrado a trabajar.

Se manifiesta en la documentación, por otro lado, una distinción clara entre la sosa y el “salicorn”, vendiéndose el segundo a un precio mucho más elevado que el primero. Es conveniente recordar que varios de los documentos técnicos examinados en la sección anterior ya mencionaban el uso de “salicorn”. De acuerdo con la *Historia Natural de Catalunya* de Pere Gil esta material prima se importaba desde Francia aunque de acuerdo con un tratado escrito específicamente acerca del cultivo y aprovechamiento de las barrillas, también era posible encontrarlo en las zonas de Alicante y Cartagena<sup>253</sup>.

Resulta llamativo así que, al contrario que en Francia, no exista indicio alguno de la importación de cenizas. Sabemos que los vidrieros de la Provenza importaban la llamada *roquette* or *rochette*, un tipo de ceniza vegetal recolectada en los desiertos de Siria y muy rica en sodio (algo que también hemos visto ocurría con los vidrieros venecianos)<sup>254</sup>.

En lo que se refiere a las otras dos materias primas esenciales para la producción del vidrio, la documentación examinada no incluye información alguna. La cal, de ser necesario su uso (ya que puede incluirse en la tanda de vidrio dentro de las cenizas), resultaría un producto de fácil adquisición en transacciones que no justificarían el alzamiento de actas notariales. Con respecto a la sílice, que de acuerdo con los

---

de Cartagena también serviría para la exportación de barrillas para la producción de vidrio, pero no indica su fuente. González Tascón, I. 2008. “Las vías terrestres y marítimas en la España medieval”. En P. Navascués Palacio (ed) *Ars Mechanicae. Ingeniería medieval en España*. Madrid: Ministerio de Fomento: 63.

<sup>252</sup> Berkoff, A. E. 1965-1966. “A Jewish Glass-Blower from Spain”. *Miscelánea de Estudios Árabes y Hebráicos* XIV-XV: 53-4.

<sup>253</sup> Guidol, J. 1936. *Els vidres catalans*. Barcelona. Alpha: 156; Fernández Pérez, J. 2008. “Agricultura y pesca en la España medieval”. En P. Navascués Palacio (ed) *Ars Mechanicae. Ingeniería medieval en España*. Madrid: Ministerio de Fomento: 174-6.

<sup>254</sup> Foy, D. 2001. *Le verre medieval et son artisanat en France méditerranéenne*. París: CNRS: 33-6.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	299/807



documentos técnicos presentados más arriba procedería de la trituración de guijarros cuarcíticos, estos serían probablemente recolectados por los propios vidrieros, como sabemos que hacían los vidrieros de Cadalso de los Vidrios en el siglo XVII y los de Herat en el XX<sup>255</sup>. De cualquier forma, no existen datos al respecto en la documentación, al contrario de lo que, por ejemplo, ocurre en la Francia meridional<sup>256</sup>.

Pasando a una cuestión muy distinta, como es la organización del oficio, tanto desde el punto de vista técnico como institucional, la documentación escrita resulta de gran ayuda. Por un lado, tenemos talleres en los que coincidía la operación y la propiedad, esto es, en los que el maestro vidriero era también el propietario, que parece haber sido la circunstancia más frecuente. Por otro tenemos los talleres en los que el propietario (referido en la documentación como “senyor del vidre”) no era el mismo vidriero, sino que los vidrieros trabajaban para un patrón, como en el caso del horno de Viladalls en Barcelona, cuya titularidad legal fue asumida por el barbero Ramon Leonard Derç en 1436, o el del también Barcelonés horno de Pla d’en Llull entre 1506 y 1517, durante los que el propietario era el no vidriero Francesc Trauer<sup>257</sup>. En los contratos de arrendamiento o explotación se establece que el propietario sería responsable del aprovisionamiento de diversos insumos, incluyendo la leña necesaria para el funcionamiento del horno y los crisoles (en un contrato mallorquín de 1514 dos al año), e incluso vidrio roto para su reciclaje, además de, en ocasiones, el personal auxiliar. El propietario podía reservarse el derecho de tienta sobre las producciones del taller antes de que estas salieran a venta pública, adquiriendo los productos del maestro vidriero a un precio fijo<sup>258</sup>.

Juárez nos transcribe parcialmente uno de estos contratos de arrendamiento, en este caso firmado entre Damià Granada y Jaume Savertés en 1491:

<sup>255</sup> Brill, R. 1979. “A small glass factory in Afghanistan”. *Glass Art Society Journal* 1979: 26-27; Mazadiego Martínez, L. F., O. Puche Riart, L. Canoura López y J. F. Llamas. 2006. “Los hornos de vidrio de Ramón Sáez en Cadalso de los Vidrios (Madrid)”. *De Re Metallica* 6-7: 68.

<sup>256</sup> Foy, D. 2001. *Le verre médiéval et son artisanat en France méditerranéenne*. París: CNRS: 30.

<sup>257</sup> Cañellas I Martínez, S. y M. C. Domínguez Rodes. 2005. “El forn de vidre del Pla d’en Llull de Barcelona (1447-1640) en els protocols notariais”. *Estudis Històrics I Documents dels Arxius de Protocols* XXIII: 19; Cañellas I Martínez, S. y M. C. Domínguez Rodes. 2008. “Els forns de vidre a Barcelona I la seva rodalia (segles XIV-XVI)”. *Anuario de Estudios Medievales* 38: 616.

<sup>258</sup> Cañellas I Martínez, S. y M. C. Domínguez Rodes. 2005. “El forn de vidre del Pla d’en Llull de Barcelona (1447-1640) en els protocols notariais”. *Estudis Històrics I Documents dels Arxius de Protocols* XXIII: 20; Capellà Galmés, M. A. 2014 “Artesanos vidrieros en Mallorca. Relaciones y conexiones con el Levante peninsular (siglos XIV-XV)”. *Anuario de Estudios Medievales* 44: 777; 788.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	300/807



*Capitulos hechos y firmados entre Damia Granada, vidriero, señor del horno de vidrio de la villa de Granollers, de una parte, y Jacme Savertes, de la otra parte, en la forma siguiente:*

*Y primeramente, el dicho Damia Granada hace venta al dicho Jacme Savertes, vidriero, de un obray de su dicho horno de vidrio, lo que es aquel obray que el dicho Jacme Savertes quiera de todos los obrays durante un año.*

*Ídem más, es acordado entre el dicho Damia Granada y el dicho Jacme Savertes que le será vendido menos de un obray antes dicho, y otro obray del antes citado horno por dos meses, esto es, aquellos dos meses que el dicho Jacme Savertes quiera dentro del mismo año.*

*Ídem más, es acordado entre las dichas partes que el dicho Damia Granada que entre todos los gastos que haya sea tenido en cuenta los gastos del dicho Jacme Savertes de comer y beber, de forma razonable y apropiada.*

*Ídem más, es acordado entre el dicho Damia Granada y el dicho Jacme Savertes, que el dicho Damia Granada haga y sea conocido por todos los suyos hacer picar las mezclas y meter piedra buena y de la mejor que tenga. Y que el dicho Granada haga y sea conocido por todos los suyos dar cumplimiento al dicho horno de todas sus necesidades y corra esto bajo responsabilidad de los operarios del dicho Damia Granada y no de los operarios del dicho Jacme Savertes.*

*Ídem más, es acordado que si se daba el caso de que el horno de [...] y se destruía, el continente lo debía adobar el dicho Damia Granada y tenerlo en condiciones y que los en los gastos derivados no debía contribuir el dicho Jacme Savertes y tampoco debía correr el tiempo de uso del horno en ese año a costa del dicho Savertes en tanto en cuanto se arreglara.*

*Ídem más, es acordado entre las dichas partes que el dicho Jacme Savertes pueda tener morterets en el dicho horno, esto es, morterets para hacer tantos colores como haya menester para su uso.*

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	301/807



*Ídem, es acordado entre el dicho Damia Granada y el dicho Jacme Savertes que por el precio de los dos obrays, es decir, aquel de un año y el de dos meses, le entregue XXXVIII libras, dichas cuarenta y tres libras de contar, pagaderas mes a mes, esto es, que vendrá a entregarlas cada mes.*

*Pena quinquaginta librarum (nota marginal)*

*Die Marci XXI<sup>o</sup> mensis junii anno MCCCCLXXXI*

*Testes Menardus de Guerri Biarnensis, vitrarius, et Arnaldus de Megendia, biarnensis diócesis, barbarius, et Bartholomeus Pimer, scriptor habitator Barchinone<sup>259</sup>.*

Además de en el Levante, la documentación de archivo procedente de Andalucía nos aporta otras actas notariales que pueden estar delatando esta misma práctica. Rodrigo Álvarez, que ya aparece reflejado en un acta de agosto de 1494 perdonando una deuda de 6000 maravedís a la viuda de otro vidriero, Gregorio Rodríguez<sup>260</sup>, aparece arrendando un horno de vidrio en Sevilla a dos vidrieros, Juan de Rota y Miguel de Espinosa, en noviembre de 1501<sup>261</sup>.

En lo que se refiere a la organización institucional, podemos hablar de dos aspectos, como son los elementos de control establecidos por las autoridades urbanas para supervisar la producción de vidrio, y los procedimientos de asociación entre vidrieros.

Con respecto a lo primero, tenemos la posibilidad de hacer algunas inferencias con respecto al periodo andalusí a partir de lo establecido en los tratados de *hisba*, y más concretamente en el de Ibn 'Abdūn. En este tratado se atribuye al *muhtasib* la responsabilidad de vigilar el funcionamiento correcto de los oficios que se ponen en práctica en el mercado, asistido por los *a'wān*, que le servían como auxiliares, amén de unos síndicos pertenecientes a las distintas profesiones, que les asesorarían en

<sup>259</sup> Juárez, E. 2013. "El modo catalán de negocio del vidrio a finales del medievo". *Anales de Historia Antigua, Medieval y Moderna* 47: 103.

<sup>260</sup> APS, IV, 1494 [=AHPS, 2.154], f. 746v. FDEO, 26, N. 13, f. 61.

<sup>261</sup> APS, XV, 1501 [=AHPS, 9.101], f. 687v. FDEO, 28, N. 2, f. 102.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	302/807





cuestiones técnicas<sup>262</sup>. En las zonas cristianas, mientras tanto, hemos visto como las autoridades urbanas cristianas también movilizaban diversos mecanismos para controlar o supervisar la producción, por ejemplo a través de las concesiones de exclusividad otorgadas a los vidrieros barceloneses y mallorquines. Se ha argumentado que la articulación de los mecanismos públicos de control en los reinos cristianos sería en cierto modo heredera de los andalusíes, ya que ambos tienen idéntica estructura tripartita, y existe gran similitud en los vocablos empleados para referirse a cada uno de estos cargos (e.g. la figura del *muhtasib* se traduce en los reinos cristianos en la del almotacén). Por poner un ejemplo bien conocido, algunos de los párrafos de las ordenanzas otorgadas a Sevilla por Alfonso X y publicadas por González Arce, recuerdan poderosamente a la fraseología empleada en el tratado de *hisba* de Ibn 'Abdūn:

Custumbre es e uso de la çibdat de Sevilla que ssobre cada uno de los mesteres de toda la uilla [...] son puestos dos omes buenos e de los más sabidores del mester, e de los mejores que y sean, e de bona ffama e de buen testimonio; e a estos dizen alamines, e judgan todas las querellas de los que ellos saben e pueden saber por ssi o por otros, que no uenden lealmente como deuen o no ffazen leal uebra<sup>263</sup>.

En lo referido a la asociación corporativa de los vidrieros, sólo conocemos la existencia de un gremio en la Península Ibérica durante la Edad Media, en concreto en Barcelona, donde los vidrieros se constituyeron en gremio junto con los esparteros en 1433. De acuerdo con las primeras ordenanzas gremiales de las que se tiene noticia, fechadas en 1456, la corporación se organizaría desde un principio de flexibilidad, lo que permitía la diferencia entre la posición del dueño de los talleres y la del maestro vidriero, como vimos con anterioridad<sup>264</sup>. A partir del año 1455 los maestros vidrieros

<sup>262</sup> García Sanjuán, A. 1997. "La organización de los oficios en al-Ándalus a través de los manuales de *hisba*". *Historia, Instituciones, Documentos* 24: 215-14.

<sup>263</sup> González Arce, J. 1989. "Cuadernos de ordenanzas y otros documentos sevillanos del reinado de Alfonso X". *Historia. Instituciones. Documentos* 16: 115.

<sup>264</sup> Riu, M. C. 2008. "La manufactura del vidrio y sus artífices en la Barcelona bajomedieval". *Anuario de Estudios Medievales* 38: 593; Cañellas I Martínez, S. y M. C. Domínguez. 2009. "Intervenció de les institucions públiques en la producció de vidre a la ciutat de Barcelona (segles XIV-XVI)". Conferencia: *Seminari d'Història de Barcelona. Congrés de Història de Barcelona. La ciutat en xarxa. Resum de les*

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	303/807



eran “insaculados” en el proceso de nombramiento del representante de los menestrales ante el *concell*<sup>265</sup>. Desde el punto de vista profesional, el *offici* había de dividirse en tres niveles jerárquicos: maestros, oficiales y aprendices, siguiendo un modelo también seguido entre los vidrieros de Murano (y también en las ciudades andalusíes, o al menos eso se desprende del tratado de *hisba* de Ibn ‘Abdūn)<sup>266</sup>. Los últimos tenían la obligación de permanecer con el maestro durante un periodo que oscilaba entre los dos y los cinco años<sup>267</sup>. Los aprendices se convertían en oficiales tras pasar un examen de maestría supervisado por el *Consell de Cent*<sup>268</sup>. A no ser que el futuro examen de más documentación descarte esta idea, parece evidente que la existencia de un gremio sólo en Barcelona se debía al hecho de que existían en esta ciudad y su entorno un número mucho mayor de vidrieros que en otras zonas. En otras ciudades como Mallorca o, a juzgar por la documentación que he examinado, en Sevilla, Córdoba o Jerez, estos nunca alcanzaron masa crítica suficiente como para constituirse en corporación<sup>269</sup>. Incluso en Barcelona, cuyo papel central en la industrial del vidrio bajomedieval era conocido incluso a nivel internacional<sup>270</sup>, el número de vidrieros nunca alcanzó unas cifras que le permitiesen formar una corporación en solitario, habiendo de unirse con los esparteros para ello. Es posible que esto fuese el resultado de las distintas políticas económicas e industriales seguidas en las coronas de Castilla y Aragón, que

*ponències i comunicacions*: 11; Juárez Valero, J. 2012. “El negocio del vidrio en la Península Ibérica medieval.” *Mirabilia* 15: 235; Juárez, E. 2013. “El modo catalán de negocio del vidrio a finales del medioevo”. *Anales de Historia Antigua, Medieval y Moderna* 47: 101.

<sup>265</sup> Cañellas I Martínez, S. y M. C. Domínguez. 2009. “Intervenció de les institucions públiques en la producció de vidre a la ciutat de Barcelona (segles XIV-XVI)”. Conferencia: *Seminari d’Història de Barcelona. Congrés de Història de Barcelona. La ciutat en xarxa. Resum de les ponències i comunicacions*: 11-2.

<sup>266</sup> García Sanjuán, A. 1997. “La organización de los oficios en al-Ándalus a través de los manuales de *hisba*”. *Historia, Instituciones, Documentos* 24: 231; Capellà Galmés, M. A. 2014 “Artesanos vidrieros en Mallorca. Relaciones y conexiones con el Levante peninsular (siglos XIV-XV)”. *Anuario de Estudios Medievales* 44: 784.

<sup>267</sup> Cañellas I Martínez, S. y M. C. Domínguez Rodas. 2005. “El forn de vidre del Pla d’en Llull de Barcelona (1447-1640) en els protocols notariais”. *Estudis Històrics i Documents dels Arxius de Protocols* XXIII: 6; Juárez, E. 2013. “El modo catalán de negocio del vidrio a finales del medioevo”. *Anales de Historia Antigua, Medieval y Moderna* 47: 104.

<sup>268</sup> Juárez, E. 2013. “El modo catalán de negocio del vidrio a finales del medioevo”. *Anales de Historia Antigua, Medieval y Moderna* 47: 105.

<sup>269</sup> Capellà Galmés, M. A. 2014 “Artesanos vidrieros en Mallorca. Relaciones y conexiones con el Levante peninsular (siglos XIV-XV)”. *Anuario de Estudios Medievales* 44: 795-6.

<sup>270</sup> Juárez, E. 2013. “El modo catalán de negocio del vidrio a finales del medioevo”. *Anales de Historia Antigua, Medieval y Moderna* 47: 98.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	304/807



llevaran a la industria del vidrio a la atomización en la primera y la concentración en la segunda<sup>271</sup>.

Dicho esto, lo cierto es que el *offici* de los vidrieros en Cataluña parece haber estado ya considerablemente organizado aún antes de la formalización que supuso la inscripción oficial del gremio en el registro de oficios menestrales de la ciudad. El oficio ya aparece reflejado como tal en un documento de 1200 (aunque el ejercicio de esta profesión está atestiguado desde algunas décadas antes<sup>272</sup>) además de que la rapidez y naturaleza sistemática de la expansión de la industria por la zona de Cataluña tiene difícil explicación si el oficio no hubiese tenido un notable grado de articulación interna. En la misma dirección parece apuntar el hecho de que los vidrieros de la ciudad celebrasen incluso una feria anual<sup>273</sup>.

El examen de la documentación que se refiere a la asociación profesional de los vidrieros se encuentra con un escollo inesperado, como es el hecho de que, por lo general, los vidrieros que producen el vidrio y los mercaderes que lo venden reciban el mismo calificativo (“vidriero”), con pocas excepciones<sup>274</sup>. En este sentido, existe una diferencia notable con Venecia, en la que los productores (*foliario*) y los mercaderes (*vetrato*) aparecen ya claramente diferenciados en la primera mitad del siglo XIV<sup>275</sup>. De hecho, Frothingham sostenía que el hecho de que Barcelona tuviese dos calles dedicadas a la vidriería respondía al hecho de que la “Calle de los Vidrieros” hacía

<sup>271</sup> Juárez Valero, J. 2012. “El negocio del vidrio en la Península Ibérica medieval.” *Mirabilia* 15: 232; 243-4. La más antigua ordenanza que hace referencia a los vidrieros que conozco, más allá de los precios de las tasas urbanas que han de cobrarse para el comercio del vidrio son las correspondientes a Segovia, estando datadas en 1555. Cardañanos Bardeci, I. 2017. “Ordenanzas municipales y gremiales de España en la documentación del Archivo Histórico Nacional”. *Cuadernos de Historia del Derecho* 24: 368.

<sup>272</sup> Riera i Melis, A. 1993. “La aparición de las corporaciones de oficio en Cataluña (1200-1350)”. En *Cofradías, Gremios y Solidaridades en la Europa Medieval. XIX Semana de Estudios Medievales. Estella, 20 a 24 de julio de 1992*. Pamplona: Fondo de Publicaciones del Gobierno de Navarra: 296.

<sup>273</sup> Cañellas I Martínez, S. y M. C. Domínguez Rodes. 2008. “Els forns de vidre a Barcelona I la seva rogalia (segles XIV-XVI)”. *Anuario de Estudios Medievales* 38: 613; Riu, M. C. 2008. “La manufactura del vidrio y sus artífices en la Barcelona bajomedieval”. *Anuario de Estudios Medievales* 38: 594; Juárez, E. 2013. “El modo catalán de negocio del vidrio a finales del medievo”. *Anales de Historia Antigua, Medieval y Moderna* 47: 101.

<sup>274</sup> En la Francia meridional nos encontramos con un problema similar: Pere Ferret aparece en el registro como *veyreius et revendedor* en 1490, de lo que se deduce que tenía tanto taller como tienda (al igual que Pedro de Mena en Jerez de la Frontera). Sin embargo, Jean Chinoli es mencionado repetidamente como “vidriero” pero en un documento de 1516 es descrito como comerciante.

<sup>275</sup> Foy, D. 2001. *Le verre medieval et son artisanat en France méditerranéenne*. París: CNRS: 59.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	305/807



referencia a los productores y la “Calle de la Vidriería” a los mercaderes especializados en vidrio<sup>276</sup>.

Esto nos lleva a tratar de establecer cómo se organizaba el oficio no ya en términos institucionales sino prácticos, es decir, cuántos eran los operarios que trabajaban en los talleres, y cuáles eran sus cometidos, más allá del maestro, los oficiales y los aprendices. El contrato de arriendo entre Francesc Trauer y Damià Granada resulta de utilidad en este sentido, aunque la función de cada uno de los operarios mencionados no siempre es obvia. Este contrato establece que el propietario mantendrá el horno con un “tiayre”, cuya función era la de colocar en el horno las piezas a temprar; un “stogador”, que quizás se encargara de empacar la producción para su distribución, aunque Canellas y Domínguez también especulan con la posibilidad de que la palabra empleada incluya un error de ortografía y que en realidad ésta haga referencia a un “estucador”, cuya labor consistía en mantener el horno en buen estado, haciendo las reparaciones necesarias (parece, en cualquier caso, que los vidrieros construían sus propios hornos, como parece desprenderse del permiso concedido a Diego de Espinosa para recoger arcillas con ese propósito en Jaén en 1499<sup>277</sup>); y, finalmente, un “piquador”, cuya apelación parece referirse a las tareas de preparación de la materia prima empleada en la producción de vidrio<sup>278</sup>. Con respecto a esta última tarea, es conveniente recordar que en el contrato de arrendamiento firmado por este mismo Damià Granada (u otro vidriero del mismo nombre), con Jaume Savertés en 1491, el vidriero se comprometía a “hacer picar las mezclas y meter piedra buena y de la mejor que tenga” (aunque en este caso el dueño del taller no se hacía responsable de aportar el personal para ello, sino que esta obligación le era impuesta al vidriero)<sup>279</sup>, con lo que parece claro que esta tarea se consideraba, lo cual parece lógico por otro lado, una de las principales entre aquellas que se desarrollaban en el taller, existiendo un operario específicamente señalado para ello. Dos referencias identificadas en el archivo de protocolos notariales de Córdoba hacen referencia a dos ollerías en las que existían

<sup>276</sup> Frothingham, A. 1963. *Spanish Glass*. Londres: Faber: 20.

<sup>277</sup> AGS, RGS, LEG, 149911, 20.

<sup>278</sup> Cañellas I Martínez, S. y M. C. Domínguez Rodas. 2005. “El forn de vidre del Pla d’en Llull de Barcelona (1447-1640) en els protocols notarians”. *Estudis Històrics I Documents dels Arxius de Protocols* XXIII: 21.

<sup>279</sup> Juárez, E. 2013. “El modo catalán de negocio del vidrio a finales del medievo”. *Anales de Historia Antigua, Medieval y Moderna* 47:103.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	306/807



“molinos de vidrio”, sin dar mayores referencias<sup>280</sup>. Cabe preguntarse, si atendemos a las afinidades que hemos venido observando, si no es posible que los olleros, que producían cerámica vidriada, no molieran también piezas de vidrio para fundirlas y emplearlas para vidriar cerámica. La documentación de un pleito en Valladolid fechado en 1532 habla del “molinero que muele el vidrio”<sup>281</sup>, lo que da más fuerza a esta posibilidad. No obstante, no se trata, de momento, más que de dos referencias aisladas, lo que hace arriesgado asumir que esta era una práctica habitual o sistemática y mucho menos que los vidrieros participaran en ella de forma directa.

En cualquier caso, como parece que lo habitual (excepto en Sevilla), es que los fundentes llegasen al taller ya listos para usar, esto supondría reducir el número de operarios considerablemente. De cualquier forma, aún cuando esto tuviese lugar bajo la supervisión directa del maestro, esto no incrementaría sobremanera la carga de trabajo del obrador al tratarse de una tarea estacional, como hemos visto. En cualquier caso, a juzgar por el documento, ya visto, que nos habla de la recogida de sosa en la región de Úbeda y Guadix, esta tarea recaía sobre el oficial, y no por tanto sobre el maestro vidriero<sup>282</sup>. Por otro lado, es conocido el caso del vidriero catalán Francesc Pujalt, a cuya mesa se sentaban en 1442 veinticinco personas, lo que incluso quitando la familia del vidriero y el servicio doméstico dejaría un número considerable de operarios (Danièle Foy estima aproximadamente doce)<sup>283</sup>. En ese sentido, hay que considerar que, además de las labores más o menos “especializadas” a las que hacían referencia los contratos, las tareas del taller también implicarían otras tareas no especializadas, tales como cargar, romper la frita (tarea poco delicada, como se deduce de un grabado publicado en *De Re Metallica* de Georg Agricola) (ver Figura 5. 3.), etc. Tenemos además evidencia de que al menos algunos de estos vidrieros poseían siervos y esclavos, con lo que cabe suponer que estos llevarían a cabo las tareas más onerosas y exigentes<sup>284</sup>, sin que

<sup>280</sup> Ahpc 1499, VIII. 2, APC, Of. 14, 1. 33, c. 13, f. 8v; Ahpc 1500. IX. 25. Ibid. 1. 34, c. 4, f. or; etc.

<sup>281</sup> Villanueva Zubizarreta, O. 2018. “Historias entrelazadas de alcalles moriscos y vallisoletanos. Relaciones de familia, vecindad y trabajo”. En Amrán, R. y A. Cortijo Ocaña (eds) *Minorías en la España medieval y moderna: asimilación o/y exclusión (siglos XV al XVII)*. Santa Barbara: University of California Santa Bárbara: 86.

<sup>282</sup> AGS, RGS, LEG, 149911, 48.

<sup>283</sup> Foy, D. 2001. *Le verre médiéval et son artisanat en France méditerranéenne*. París: CNRS: 59.

<sup>284</sup> Riu, M. C. 2008. “La manufactura del vidrio y sus artífices en la Barcelona bajomedieval”. *Anuario de Estudios Medievales* 38: 608; Juárez, E. 2013. “El modo catalán de negocio del vidrio a finales del medievo”. *Anales de Historia Antigua, Medieval y Moderna* 47: 110.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	307/807



resulte extraño que estas no aparezcan mencionadas de forma explícita en la documentación.

En otro orden de cosas, la documentación también nos permite acercarnos a una cuestión de tanta relevancia para la transmisión de los conocimientos técnicos como la circulación de los vidrieros entre distintas regiones, como vamos a ver en cierto detalle, aunque algunas de las interpretaciones que se han hecho en este sentido resultan un tanto cuestionables. Es cierto que resulta llamativo que la primera referencia que tenemos en la España cristiana a la actividad de los vidrieros se encuentre relacionada a un monasterio de la orden benedictina. Esta es la orden a la que pertenecía Roger de Helmerhausen, que parece con toda probabilidad la identidad de Teófilo, autor del *De Diversis Artibus*. Esto resulta aún más destacado si tenemos en cuenta que buena parte de los vidrieros foráneos que aparecen en la documentación están relacionados con el arte de la vidriería, a las que Teófilo dedica buena parte de su tratado (capítulos 17 a 30 de un total de 31<sup>285</sup>). Es por tanto probable que la orden benedictina jugase un papel considerable en la introducción de al menos ciertas técnicas del trabajo del vidrio en la Península Ibérica<sup>286</sup>. Esto también parece corresponderse con el uso de vidrios potásicos (mayoritarios en el norte y el centro de Europa, como hemos venido viendo) en la producción de vidrieras, y que no encuentra paralelo en los vidrios soplados, que eran en su mayor parte vidrios sódicos, al menos hasta donde llegan nuestros datos, como veremos en más detalle en el Capítulo 6. La llegada de vidrieros vitralistas está documentada abundantemente en la Corona de Aragón, en la de Castilla y en los reinos de Navarra y Mallorca. En Castilla, por ejemplo, se encuentra constatada la presencia del francés León Juan de Arquer o Angers en León en 1424, y los también franceses Jacobo Dolfin y Luis Coutin aparecen trabajando en las vidrieras de la catedral de Toledo en la misma década. En Aragón contamos con el vitralista alemán Wilhem Letumgart, que trabajó en Gerona y Tarragona entre 1357 y 1359, y el francés Nicholi de Maraya, que arribó a Lérida en 1397, además del también francés Joan de Sant Amat, que operó entre Valencia y Lérida en la última década del siglo XIV. Con respecto a Navarra, tenemos evidencia documental de la presencia de los vitralistas Copin Van Gant y

<sup>285</sup> *De Diversis Artibus* II. 17-30.

<sup>286</sup> Juárez, E. 2013. "El modo catalán de negocio del vidrio a finales del medievo". *Anales de Historia Antigua, Medieval y Moderna* 47: 95.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	308/807



Jacobo de Utrech. En Mallorca, tenemos documentada la presencia de un Italiano, Matteo de Iovanni, en 1325. Resulta también digno de ser reseñado el hecho de que la noticia más precoz del establecimiento de un taller de vidrio en Mallorca, aquel abierto por Bernat y Guillem Roig en 1327 en Calviá, estuviese relacionado con la construcción de las vidrieras de la catedral de Palma de Mallorca (lo que también puede haber influido en el hecho de que el taller se situase en un territorio de jurisdicción episcopal, permitiendo puentear las restricciones impuestas por la corona y que, como veíamos, tenían como objeto fundamental limitar el consumo de leña)<sup>287</sup>. Se trataba, de cualquier forma, al menos al principio, de artesanos itinerantes que no tenían taller fijo en los distintos lugares donde se reclamaban sus servicios, si bien los primeros talleres con sede estable, iniciados al menos parcialmente también por vitralistas extranjeros, parecen comenzar a establecerse a finales del siglo XV, por ejemplo en Burgos, donde Arnao de Flandes el Viejo, Diego de Santillana y Juan de Valdivieso establecieron un taller especializado en la producción e instalación de vidrieras<sup>288</sup>.

Es también conveniente no olvidar que el Guillem con quien el monasterio benedictino de Poblet hizo el pacto en 1189 parece haberse dedicado a la producción de vidrieras, dado que el monasterio establece el pago a las distintos beneficios que le concede en libras de vidrio plano<sup>289</sup>.

No obstante, la documentación también aporta pruebas de una notable movilidad de los vidrieros, o al menos de la interacción entre vidrieros asentados en distintas ubicaciones. Sin embargo, al menos a tenor de la documentación que poseemos y con una sola excepción, esta movilidad casi nunca suponía el cruce de fronteras entre las coronas de Castilla y Aragón, aunque sí hay ejemplos ocasionales de vidrieros que, en principio, no operaban como vitralistas, pasando de la Corona de Aragón a Mallorca. El caso de Mallorca está bien estudiado, y en el vamos a centrarnos

<sup>287</sup> Bernat, M. y J. Serra. 1992. "El forn de vidre del carrer de Can Burgos. Nòtules per a l'estudi del vidre medieval i post-medieval a Mallorca". *BSAL* 48: 103; Nieto Alcaide, V. 1997. "La profesión y oficio de vidriero en los siglos XV y XVI: Talleres, encargos y clientes". *Espacio, Tiempo y Forma, Serie VII. Hª del Arte* 10: 40; Serra Desfilis, A. 2012. "Conocimiento, traza e ingenio en la arquitectura valenciana del siglo XV". *Anales de Historia del Arte* 22: 191; Juárez, E. 2013. "El modo catalán de negocio del vidrio a finales del medievo". *Anales de Historia Antigua, Medieval y Moderna* 47: 106; 112.

<sup>288</sup> Nieto Alcaide, V. 1997. "La profesión y oficio de vidriero en los siglos XV y XVI: Talleres, encargos y clientes". *Espacio, Tiempo y Forma, Serie VII. Hª del Arte* 10: 39; 41.

<sup>289</sup> Frothingham, A. 1963. *Spanish Glass*. Londres: Faber: 20.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	309/807





ahora. Ya hemos comentado la llegada de vidrieros del área de Barcelona a las islas, además de la expansión de los vidrieros de esta ciudad por distintas regiones de Cataluña, pero es conveniente ahora examinar los primeros en un contexto más amplio, comprobando si existen evidencias de diferentes ritmos de llegada en distintos periodos. Así, Capellà Galmés ha identificado que, en el siglo XIV, el número de vidrieros en la isla es de trece, la mayor parte de los cuales procedían de Cataluña y Valencia, además de dos franceses. En la segunda mitad del siglo XV, entretanto, el número de vidrieros identificados es de veinte, siendo ya la mayoría de ellos de origen mallorquín, mientras que en la segunda mitad del mismo siglo se constatan diecisiete vidrieros, siendo la presencia de inmigrantes mucho más baja, aunque se registra la presencia de un vidriero que, según la documentación, procedía de Jaén, si bien su nombre, Francesc Ferrando, puede indicar su origen en el Levante<sup>290</sup>. Estos datos pueden estar indicando que, al menos en el interior de la Corona de Aragón, la movilidad de los vidrieros va a partir fundamentalmente del centro de irradiación que se forma en Cataluña. Esto parece comenzar a detenerse con el asentamiento de los vidrieros llegados con anterioridad, que parecen empezar a formar dinastías familiares y a cerrar las puertas a la llegada a nuevos artesanos<sup>291</sup>.

Por su lado, la documentación castellana que obra en nuestro poder, aunque se ha analizado de forma menos exhaustiva, también habla de una circulación/interacción considerable. Así, un documento de agosto de 1494, que ya hemos visto, nos indica la asociación de Rodrigo Martín, vidriero de Sevilla, con Juan de Sevilla, vidriero de esta ciudad pero residente en Cadalso de los Vidrios<sup>292</sup>, y otro de enero de 1501 certifica una transacción entre el vidriero sevillano Antón Pablos y Martín Fernández, también de Cadalso<sup>293</sup>. Este mismo Juan de Sevilla aparece en un acta redactada un mes antes, esto es en julio de 1494, donde se especifica que fue vecino de Sevilla; en este último documento nos encontramos de nuevo al vidriero de la collación de San Bartolomé,

<sup>290</sup> Capellà Galmés, M. A. 2014 "Artesanos vidrieros en Mallorca. Relaciones y conexiones con el Levante peninsular (siglos XIV-XV)". *Anuario de Estudios Medievales* 44: 785-88.

<sup>291</sup> Bernat, M. y J. Serra. 1992. "El forn de vidre del carrer de Can Burgos. Nòtules per a l'estudi del vidre medieval i post-medieval a Mallorca". *BSAL* 48: 101; Capellà Galmés, M. A. 2014 "Artesanos vidrieros en Mallorca. Relaciones y conexiones con el Levante peninsular (siglos XIV-XV)". *Anuario de Estudios Medievales* 44: 788.

<sup>292</sup> APS, IV, 1494 [=AHPS, 2.154], f. 746. FDEO, 26, N. 13, f. 61.

<sup>293</sup> APS, XV, 1501 [=AHPS, 9.101], f. 2. FDEO, 28, N. 2, f. 1.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	310/807



Rodrigo Álvarez, que otorga poderes a Diego Díaz, también vidriero, en este caso vecino de Alhama (donde sabemos por Hyeronimus Münzer de la existencia de al menos un taller vidriero y de la abundancia de plantas soseras en su entorno<sup>294</sup>) para cobrar una deuda contraída por Juan de Sevilla, a quien este documento identifica como maestro de hacer manillas de vidrio<sup>295</sup>. El hecho de que Rodrigo Álvarez otorgue este poder parece indicar con bastante claridad que Diego Díaz se disponía a desplazarse, presumiblemente desde Sevilla, hasta Cadalso, delatando de nuevo una notable movilidad entre los practicantes del arte del vidrio. Ya vimos con anterioridad una transacción en la que el vidriero de Córdoba, Pedro Gil, hacía un encargo a Francisco Redondo, igualmente de Cadalso, para que este le proveyera con una carga de vidrio<sup>296</sup>, que hemos interpretado como destinado al reciclaje en Córdoba, quizás como consecuencia de la dificultad de hacerse con cenizas soseras en esta ciudad por el exceso de demanda.

Resulta, por otro lado notable la cantidad de documentos escritos que pueden relacionarse con las prácticas de reciclaje, lo que apunta de nuevo a la idea de que, lejos de resultar episódicas u ocasionales, estas actividades eran desarrolladas por los vidrieros de forma sistemática. Siguiendo otros argumentos que hemos expuesto en capítulos anteriores, puede decirse que eran mucho más comunes de lo que generalmente se cree, no limitándose a ser una solución de circunstancias cuando existían problemas en el abastecimiento de vidrio fresco.

Algunas de estas menciones no dejan lugar a dudas, por ejemplo la documentación que delata el viaje a Mallorca en el siglo XIV de una nave genovesa cuyo cargamento incluía varios “barrilia plena vitro coloris blavis”, evidentemente con destino al reciclaje. La importación de vidrio roto por parte de los vidrieros mallorquines se confirma además por unos documentos oficiales fechados en 1355 que dirimen el tratamiento fiscal que debía de darse a esto cargamentos<sup>297</sup>.

<sup>294</sup> *Itinerarium Hispanicum* 3. Puyol, J. 1924. “Jerónimo Münzer. Viaje por España y Portugal en los años 1494 y 1495. Conclusión”. *Boletín de la Real Academia de la Historia* 84: 197-279.

<sup>295</sup> AHPS, PNSe, 2154, 652r.

<sup>296</sup> Ahpc, 14-38, 24, 29r.

<sup>297</sup> Capellà Galmés, M. A. 2014 “Artesanos vidrieros en Mallorca. Relaciones y conexiones con el Levante peninsular (siglos XIV-XV)”. *Anuario de Estudios Medievales* 44: 781.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	311/807



Otras son referencias muy indirectas, que requieren cierto grado de interpretación (y que no siempre han sido leídas, en mi opinión, adecuadamente), pero esto en sí mismo puede ser resultado de la cotidianeidad de la práctica, que requería de poca regulación o comentario al formar parte de la operación habitual de los vidrieros.

Llama la atención, por ejemplo, el hecho de que el horno autorizado a Ponç Julià en 1473, y al que se opuso con éxito Bartomeu Llorenç haciendo valer sus derechos de monopolio, era un horno para “recocer” vidrio, de lo que se deduce que estaba previsto que su operación se limitase al material reciclado, a lo que abunda el hecho de que la autorización se limitase a “cadenets” y otros objetos similares, pero en ningún caso recipientes<sup>298</sup>. Esto nos conduce de nuevo a la hipótesis propuesta por Duckworth y colaboradores a partir del estudio de pulseras norteafricanas<sup>299</sup>. En otro ejemplo bastante claro, el inventario de bienes del taller del vidriero Jacob Monbopés incluía considerables cantidades de vidrio, en concreto 47 “grosses”, que había comprado por 42 libras y 6 sueldos. Carmen Riu argumentaba que debía de tratarse de piezas vendidas por unidad, no peso, como denota el uso de la palabra “grosses”, lo que podría hacer pensar que se trataría de piezas enteras, aunque también sostenía, creo que acertadamente, que su objeto sería el reciclaje<sup>300</sup>. Otra cosa haría la compra de esta cantidad de material por parte de un taller un hecho de difícil explicación. Por otro lado, tenemos referencia a la exportación de una “tinaja” llena de piezas de vidrio desde Mallorca a Bugía, para revender en el norte de África; tanto la forma de embalaje (una tinaja), como el precio, apenas 77 sueldos, lleva a pensar que esta tinaja estaría llena de vidrios rotos para su reciclaje en Bugía, lo que nos recuerda las aparentes dificultades encontradas por el vidriero Juan Robles para abastecerse de barrilla en Fez<sup>301</sup>. También

<sup>298</sup> Cañellas I Martínez, S. y M. C. Domínguez Rodes. 2008. “Els forns de vidre a Barcelona I la seva rosalia (segles XIV-XVI)”. *Anuario de Estudios Medievales* 38: 625-6.

<sup>299</sup> Duckworth, C., D. J. Mattingly, S. Chenery y V. Smith. 2016. “End of the Line? Glass Bangles, Technology, Recycling, and Trade in Islamic North Africa”. *Journal of Glass Studies* 58: 135-69

<sup>300</sup> Riu de Martín, M. C. 2004. “Vida cotidiana de los ceramistas y vidrieros barceloneses”. *Anuario de Estudios Medievales* 34: 343. Empleando las equivalencias habituales entre libras, sueldos y dineros, sale una cantidad por pieza de 1,5 sueldos, lo que resulta una cantidad redonda y, por tanto, significativa. Desafortunadamente, este es un inventario de finales del siglo XVI (1588), un periodo para el que no contamos con información de precios relativos a objetos de vidrio en Barcelona, lo que impide tener más certezas en este aspecto. De cualquier forma, de ser correcta la interpretación de Riu, resulta llamativa la compra de piezas para el reciclaje por unidad, en lugar de por peso.

<sup>301</sup> Capellà Galmés, M. A. 2014 “Artesanos vidrieros en Mallorca. Relaciones y conexiones con el Levante peninsular (siglos XIV-XV)”. *Anuario de Estudios Medievales* 44: 793.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	312/807



es conveniente en este punto recordar la transacción mantenida por el vidriero Pedro Gil de Córdoba y Francisco Redondo, de Cadalso, de la que ya hemos hablado en detalle más arriba<sup>302</sup>.

Podemos especular con el procedimiento por el que estos materiales eran recogidos para su venta a los talleres, pero la posibilidad de que estos fuesen recogidos por traperos, como ya sabemos que ocurría en la antigua Roma (ver Capítulo 2), no debe descartarse, especialmente a tenor de la existencia de documentos que parecen indicar que las viviendas en las que se hacía uso de vidrio guardaban los objetos rotos, sin duda a la espera de darles salida bien por medio de intermediarios ambulantes o directamente en los talleres. Por ejemplo, el notario Francesc Milià de Mallorca, que tenía en su casa un “paner de vergueta ab ança dolents en què ha molt vidre trencat”, o el inventario de materiales de la casa de un platero de nombre desconocido, cuyas propiedades en 1517 incluían una “sanalla xique plena de tessons tranquats” amén de diversos objetos de vidrio<sup>303</sup>. También en Mallorca tenemos referencia a la actividad de tres judíos que se dedicaban a la venta de hierro y vidrio, pero que fueron declarados insolventes en 1350, lo que lleva a pensar, además del hecho de que combinaran ambas actividades, que se trataría de traperos dedicados a la venta de material para reciclaje<sup>304</sup>.

Esto nos lleva a hacer un breve *excursus* acerca de la presencia de la minoría judía en el sector del vidrio, una presencia que, tradicionalmente, se viene considerando amplia. Esto parte, en gran medida, de las menciones que hace Benjamín de Tudela a la gran cantidad de judíos vidrieros en Tiro<sup>305</sup>, existiendo también referencias a la práctica

<sup>302</sup> Ahpc, 14-38, 24, 29r.

<sup>303</sup> Llompart, G. 1982. “Plata medieval mallorquina”. *Bolletí de la Societat Arqueològica Lul·liana* 39: 73-77; Capellà Galmés, M. A. 2014 “Artesanos vidrieros en Mallorca. Relaciones y conexiones con el Levante peninsular (siglos XIV-XV)”. *Anuario de Estudios Medievales* 44: 782.

<sup>304</sup> Capellà Galmés, M. A. 2014 “Artesanos vidrieros en Mallorca. Relaciones y conexiones con el Levante peninsular (siglos XIV-XV)”. *Anuario de Estudios Medievales* 44: 792.

<sup>305</sup> Adler, M (trans). N. 1907. *The Itinerary of Benjamin of Tudela. Critical text, translation and commentary*. Nueva York: Philipp Feldheim: 30. Ver también Goitein, S. D. 1960. “The Documents of the Cairo Geniza as a Source for Mediterranean Social History”. *Journal of the American Oriental Society* 80: 91-100; Carboni, S., G. Lacerenza y D. Whitehouse. 2003. “Glassmaking in Medieval Tyre: The Written Evidence”. *Journal of Glass Studies* 45: 139-49; Dulski, A. K. 2017. “Abrahamic coexistence in the twelfth-century Middle East? Jews among Christians and Muslims in a travel account by Navarrese Jew, Benjamin of Tudela”. *Journal of Beliefs and Values* 38: 257-66. Ver también Henderson, J. 2012. *Ancient Glass. An Interdisciplinary Exploration*. Cambridge: Cambridge University Press: 267-8.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	313/807



de esta profesión por parte de los judíos de la Francia medieval<sup>306</sup>. En relación más directa con la Península Ibérica, un documento de la *Genizah* de El Cairo recoge una respuesta legal de Maimónides acerca del trabajo conjunto de judíos y musulmanes en el mismo taller de vidrio.

What does our master say with regard to partners in a workshop, some being Jews and some Muslims, exercising the same craft? The partners have agreed among themselves that the [gains made on] Friday [the Muslim day of prayer] should go to the Jews and those made on Saturday to the Muslims. The implements of the workshop are held in partnership; the crafts exercised are in one case goldsmithing, in another the making of glass<sup>307</sup>.

La respuesta, en sentido positivo, evidencia que, para Maimónides, esta combinación resultaba poco extraordinaria.

En nuestro caso, además del material arqueológico excavado en Molina de Aragón (Capítulo 4), que en sí mismo constituye una prueba bastante contundente de la práctica de la producción de vidrio por parte de judíos, tenemos constancia del trabajo como vidriero de Juan Robles de Cadalso, cuyo padre, también vidriero, Hernando de Robles, se había convertido al cristianismo. Asimismo, Juan Robles era aprendiz de Francisco Ydrobo, de quienes no tenemos constancia de que fuese judío o de origen converso, pero cuyo apellido así parece indicarlo. Por otro lado, resulta llamativo que Juan, tras huir de la Inquisición, retornase a la fe judía, casándose con una judía en Fez<sup>308</sup>; también existe mención a un vidriero llamado Leví (y que presumimos, por tanto, de origen judío) en Aranda de Duero en 1491<sup>309</sup>. No es esta la única mención a Cadalso en procesos inquisitoriales, que también se extendieron por varios vecinos de esta

<sup>306</sup> Taitz, E. 1994. *The Jews of Medieval France. The Community of Champagne*. Westport: Greenwood Press: 56.

<sup>307</sup> Goitein, S. D. 1999. *A Mediterranean Society. An abridgment in one volume*. (Revised and edited by Jacob Lassner). Berkeley: University of California Press: 299.

<sup>308</sup> Berkoff, A. E. 1965-1966. "A Jewish Glass-Blower from Spain". *Miscelánea de Estudios Árabes y Hebráicos XIV-XV*: 43-61.

<sup>309</sup> AGS/3.2.1.25//RGS,LEG,149111,114.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	314/807



localidad a los que se califica de judaizantes en 1487: Alfonso de Alvar Sánchez<sup>310</sup> (y su hija María<sup>311</sup>); Juan Alonso Moxito y Mencía González;<sup>312</sup> y Sancha González, esposa de Alonso González Ferrero<sup>313</sup>. Si bien la profesión de Alfonso no es mencionada en el documento, la gran cantidad de vidrieros que trabajaban en la localidad hace que la posibilidad deba contemplarse seriamente. Ya conocemos el caso del judío burgalés y sus problemas laborales con el maestro vidriero para el que trabajaba. Por otro lado, tenemos la Cántiga 4 de Alfonso X, en la que, como veíamos en el Capítulo 4, se representa un horno de vidriero, cuyo propietario, que aparece en el manuscrito original (que no en la imagen esquematizada que he seleccionado para la Figura 4.6), va tocado con un gorro que lo identifica como judío<sup>314</sup>. Por otro lado, la parroquia de San Bartolomé en Sevilla, donde recordemos se ubican bastantes vidrieros en el siglo XV y a principios del siglo XVI, y donde también se encuentra la Calle Vidrio, era la ubicación intermitente de la zona de la judería<sup>315</sup>.

La evidencia, por tanto, es en su mayor parte indirecta e incidental, pero lo suficientemente sólida para justificar el interés en esta cuestión, máxime considerando que las referencias a la práctica de la artesanía del vidrio por parte de judíos no se limitan a una zona geográfica, sino que parecen estar mucho más extendidas. No cabe duda que los archivos españoles y portugueses aún guardan abundantísima información para profundizar en esta cuestión.

Volviendo al hilo de nuestra narrativa, es interesante analizar las referencias que existen acerca de las dinámicas de venta, ya que estas pueden, si bien de forma indirecta, aportarnos algo más de información con respecto a la producción. Hemos venido viendo como en Barcelona se concedían autorizaciones a diversos vidrieros para la producción de vidrio en la ciudad en exclusiva, aunque no parece que esto se extendiese a la venta. Por ejemplo, el vidriero Francesc Ça Torra, que tenía su taller en Sant Pere de Bigues, afirmaba en 1407 ir y venir a Barcelona continuamente, con sus

<sup>310</sup> AHN/1.1.57.7//INQUISICIÓN,133,Exp.8.

<sup>311</sup> AHN/1.1.57.7//INQUISICIÓN,164,Exp.10.

<sup>312</sup> AHN/1.1.57.7//INQUISICIÓN,167,Exp.12.

<sup>313</sup> AHN/1.1.57.7//INQUISICIÓN,155,Exp.18.

<sup>314</sup> Menéndez Pidal, G. 1986. *La España del siglo XIII leída en imágenes*. Madrid: Real Academia de la Historia: 195.

<sup>315</sup> Collantes de Terán Sánchez, A. 1977. *Sevilla en la Baja Edad Media. La ciudad y sus hombres*. Sevilla: Servicio de Publicaciones del Excmo. Ayuntamiento de Sevilla: 87-88.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	315/807



bestias cargadas de vidrio. Esta misma situación parece haber vivido el vidriero Pere Pujalt en 1423<sup>316</sup>. Por otra parte, en 1457 el Consell de Cent prohibía la venta ambulante de vidrio, en lo que cabe ver un intento adicional de favorecer al vidriero que se beneficiaba del régimen de monopolio, junto con la prohibición de vender piezas completas de vidrio al mismo precio que el vidrio roto<sup>317</sup>. Esto parece indicar con claridad que los vidrieros que operaban en el exterior de la ciudad trataban de sobreponerse a la ventaja competitiva del vidriero que operaba en la misma en régimen de monopolio, vendiendo sus piezas de vidrio completas por debajo del precio de mercado (recordemos que el vidrio, tanto roto como en piezas completas, solía venderse al peso), lo que motivó la respuesta del Consell (podemos especular que a petición del vidriero favorecido por el régimen de exclusiva). De cualquier forma, esto nos vuelve a remitir a la práctica de venta de vidrio roto para su reciclaje, que debía ser la norma, más que la excepción.

Además de estas pruebas documentales de que los vidrieros producían género para su venta de cara al público (recordemos la concesión hecha por la ciudad de Jerez de la Frontera a Pedro de Mena en la que el concejo le imponía la obligación de si “E sy algunas cosas de vidrio quesyere sacar della para las lleuar a vender a otras partes fuera desta çibdad, que lo pueda faser dexando primeramente abastada e abundada su casa e tyenda de las dichas obras del dicho vydrío para que se venda y gaste en esta çibdad en manera que no aya en ella falta ni mengua alguna”)<sup>318</sup>, o distribuyéndolo con la mediación de mercaderes, también tenemos evidencia de que trabajaban por encargo, en este caso para la fabricación de productos especializados. Por ejemplo, García Álvarez, vidriero que en un acta notarial de Sevilla de septiembre de 1500 es reflejado como vecino de Aznalcázar<sup>319</sup>, aparece en otra acta de julio de 1510 tomando un

<sup>316</sup> Cañellas I Martínez, S. y M. C. Domínguez Rodes. 2008. “Els forns de vidre a Barcelona I la seva rodalía (segles XIV-XVI)”. *Anuario de Estudios Medievales* 38: 620.

<sup>317</sup> Cañellas I Martínez, S. y M. C. Domínguez Rodes. 2005. “El forn de vidre del Pla d’en Llull de Barcelona (1447-1640) en els protocols notarials”. *Estudis Històrics I Documents dels Arxius de Protocols* XXIII: 11; Riu, M. C. 2008. “La manufactura del vidrio y sus artífices en la Barcelona bajomedieval”. *Anuario de Estudios Medievales* 38: 595. En 1331, el concejo municipal de Marsella también estableció estrictas normas para la venta de vidrio roto para su reciclaje. Foy, D. 2001. *Le verre medieval et son artisanat en France méditerranéenne*. París: CNRS: 39.

<sup>318</sup> Archivo Municipal de Jerez de la Frontera, Protocolos Notariales, fols. 20r-20v, Foy, D. 2001. *Le verre medieval et son artisanat en France méditerranéenne*. París: CNRS: 59.

<sup>319</sup> APS, IV, 1500-2° [=AHPS, 2.158], f. 183v. FDEO, 26, N. 13, f. 231.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	316/807





encargo del mercader Diego de Palma, para producir 220 redomas para “soliman” (un tipo de cosmético basado en mercurio), a cambio de una serie de cargas de leña que había adquirido de este mercader con anterioridad. El contrato contempla la entrega de 30 redomas a la semana<sup>320</sup>. En un contrato muy similar, de septiembre de 1494, y que ya hemos visto con anterioridad, el vidriero Juan de Torres, también vecino de Aznalcázar, vende a Alfonso de Córdoba, fiel, 41 redomas para tener aguafuerte, a un precio de 50 maravedís la pieza. Que esto fue producto de un encargo lo indica la cláusula que establece que el vidriero se comprometía a reponer aquellas redomas que resultasen defectuosas<sup>321</sup>.

Para cerrar esta sección. ¿Nos dice algo la documentación escrita acerca de los canales de transmisión de tecnología y los conocimientos? Ya hemos visto que, dentro de la profesión, el aprendizaje de nuevos vidrieros se articulaba de forma similar a como era habitual en el sistema gremial. Además de esto, diversos autores han tratado de examinar las posibles influencias que inciden en la producción de vidrio en la Península Ibérica, sobre todo en Cataluña. Por ejemplo, se afirma a menudo que el vidrio catalán seguía modelos orientales, en base a una serie de referencias a los vidrios producidos al estilo damasceno, conocidos en la región a través del comercio Mediterráneo y los inventarios de posesiones de nobles y altos funcionarios, que a menudo incluían recipientes importados del Próximo Oriente (o imitando el estilo de los mismos)<sup>322</sup>. Estas referencias son abundantes; por ejemplo, en 1387, el Concejo de Tortosa encargaba a Domingo Valls realizar una lámpara de vidrio “obra o contrafeta de Damasc”<sup>323</sup>.

Por otra parte, también se afirma que en la primera mitad del siglo XV los referentes de los vidrieros catalanes se desplazaron a la pujante producción veneciana, tras la invención del “cristallo” por Angelo Barovier, que puso a Venecia en una posición destacada en esta industria a nivel Mediterráneo<sup>324</sup>. Mientras tanto, en la segunda

<sup>320</sup> APS, XV, 1510-2° [=AHPS, 9.111], f. 373. FDEO, 29, N. 4, f. 46.

<sup>321</sup> Ahpc, 18-6, 977r.

<sup>322</sup> Frothingham, A. 1963. *Spanish Glass*. Londres: Faber: 22; Riu, M. C. 2008. “La manufactura del vidrio y sus artífices en la Barcelona bajomedieval”. *Anuario de Estudios Medievales* 38: 599.

<sup>323</sup> Juárez, E. 2013. “El modo catalán de negocio del vidrio a finales del medievo”. *Anales de Historia Antigua, Medieval y Moderna* 47: 97.

<sup>324</sup> Frothingham, A. 1963. *Spanish Glass*. Londres: Faber: 28; Riu, M. C. 2008. “La manufactura del vidrio y sus artífices en la Barcelona bajomedieval”. *Anuario de Estudios Medievales* 38: 604; Juárez, E. 2013. “El

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	317/807



mitad del siglo las referencias al vidrio “de Damasco” desaparecen del registro, lo que parece confirmar este viraje en las preferencias<sup>325</sup>.

Entretanto, en el resto de la Península Ibérica, es también lugar común afirmar que las zonas que habían estado durante más tiempo bajo dominio andalusí mostraban en sus producciones estas influencias, incluso en aquellos casos, como la región de Valencia, donde la industria catalana del vidrio tenía considerable ascendiente<sup>326</sup>, mientras que los vidrios castellanos seguían un estilo mixto, combinando ambas influencias<sup>327</sup>.

De cualquier manera, estas referencias, además de ser por lo general bastante vagas, deben aludir sobre todo a cuestiones estilísticas, más que tecnológicas. Ya hemos visto que, al menos en la Península Ibérica, las materias primas empleadas en la producción de vidrio eran de origen fundamentalmente local, al menos a tenor de la documentación escrita (veremos esto con referencia a la composición química en el capítulo que sigue), mientras que la industria veneciana se surtía de cenizas importadas desde el Próximo Oriente. Además, especialmente en lo que respecta al estilo damasceno, podemos contar con cierto grado de imprecisión terminológica. Era frecuente que las menciones a los musulmanes peninsulares y a aquellos en el otro extremo del Mediterráneo empleasen términos idénticos. Así, la descripción de una pieza decoradas con letras “moriscas” en Cataluña llevó a Frothingham a aludir a una influencia “mudéjar”. Parece que esta interpretación está motivada por el uso de la palabra “morisca” en dicha descripción, cuando parece más razonable pensar que, dada la aparente influencia que el estilo “de Damasco” tenía en Cataluña, éste fuese el estilo de los vidrios descritos, si bien el responsable de poner la descripción por escrito optó por usar la palabra “morisca”, que para Frothingham tenía unas connotaciones muy distintas a las que se tenían en la época. En un ejemplo similar, en la industria textil medieval, vemos como el término “sarraceno” terminó convirtiéndose en una marca comercial que denotaba la calidad de determinadas confecciones de lujo, sin que el

modo catalán de negocio del vidrio a finales del medievo”. *Anales de Historia Antigua, Medieval y Moderna* 47: 98.

<sup>325</sup> Frothingham, A. 1963. *Spanish Glass*. Londres: Faber: 27.

<sup>326</sup> Frothingham, A. 1963. *Spanish Glass*. Londres: Faber: 52; Juárez, E. 2013. “El modo catalán de negocio del vidrio a finales del medievo”. *Anales de Historia Antigua, Medieval y Moderna* 47: 116.

<sup>327</sup> Belinchón Yagüe, D. 2001. “Vidrios castellanos de Cadalso de los Vidrios y el Recuento” *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio* 40: 385.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	318/807



vocablo tuviese implicaciones geográficas<sup>328</sup>. Debemos, por tanto, ser extremadamente cautos a la hora de llevar demasiado lejos la interpretación de este tipo de filiaciones.

En cualquier caso, como decimos, no debemos llevar estas influencias más allá de cuestiones estrictamente estéticas. Como decimos, la estructura del abasto de las materias primas, que son las que, de una manera o de otra, van a marcar las posibilidades y los límites técnicos con los que debe contar el vidriero, tiene en la documentación escrita un tono eminentemente local. Aun cuando la hipótesis de que los “traficanti dei seggreti” puedan haber jugado cierto papel en la difusión de recetas técnicas de los centros italianos<sup>329</sup> no está totalmente exenta de mérito, lo cierto es que estas recetas, como hemos visto con anterioridad, proporcionaban una información esquemática que, en ausencia de importaciones, deberían haberse llevado a efecto con materias primas locales, limitando el alcance de las transformaciones tecnológicas que Zecchin les atribuye. Además, existen pocas referencias a la llegada de vidrieros extranjeros (aparte de los vitralistas, que como sabemos, se movían dentro de una estructura tecnológica completamente diferente a la de los artífices de vidrio soplado), o del desplazamiento de vidrieros de la Península Ibérica a los principales centros mediterráneos (con la excepción de Juan Rodríguez, un vidriero de Cadalso de los Vidrios que, desde Sevilla, parece haberse desplazado a Venecia)<sup>330</sup>.

Sí hemos visto, por el contrario, que los vidrieros dentro de la Península Ibérica se desplazaban de forma habitual, bien en términos de irradiación, desde el foco barcelonés, o de circulación, como por ejemplo entre Andalucía, Cadalso y Alhama de Murcia. Cabe suponer que esto implicó cierto grado de intercambio de información, pero la evidencia disponible es insuficiente para saber en qué modo y con qué consecuencias. En relación con estas interacciones, empero, se han hecho algunas inferencias que resultan discutibles. Aunque es cierto que el “modelo de negocio Catalán”, en expresión de Juárez, era un modelo abierto, al no impedir a los extranjeros la entrada en el *offici*, cabe cuestionar que esto fuese producto de la orientación comercial de la Cataluña bajomedieval y de la aplicación de una filosofía deliberada para

<sup>328</sup> Feliciano, M. J. 2014. “Medieval Textiles in Iberia: Studies for a new Approach”. En D. J. Roxburgh (ed) *Envisioning Islamic Art and Architecture: Essays in Honor of Renata Holod*. Leiden-Boston: Brill: 46-63.

<sup>329</sup> Zecchin, L. 1986. *Vetro e vetrai di Murano*. Venecia: Artesanale editrice.

<sup>330</sup> Frothingham, A. 1963. *Spanish Glass*. Londres. Faber: 57.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	319/807



el fomento de la competencia, incluso a costa de sacrificar los secretos del oficio<sup>331</sup>. El argumento, que contrapone de forma directa el modelo catalán con el veneciano, caracterizado por su hermetismo, olvida la naturaleza de Venecia como república comercial por excelencia en la Baja Edad Media y la Edad Moderna. Por otro lado, sostener que un sistema en el que operaban unos monopolios productivos tan rígidos como el barcelonés se basaba en la competencia resulta claramente contradictorio, por mucho que esto tuviese, como consecuencia, la expansión territorial de los vidrieros catalanes. Finalmente, por lo que conocemos estos vidrieros catalanes no sacrificaron secreto técnico alguno porque no tenían secreto que sacrificar, ya que desde el punto de vista técnico (más allá de la habilidad de sus artífices) el *offici* de los vidrieros catalanes estaba integrado en una especie de *koine* tecnológica que abarcaba todo el arco del Golfo de León y el norte de la costa levantina peninsular (si no también más regiones para las que la documentación es más escasa), y que tenía múltiples variaciones locales.

### *Conclusiones.*

La primera conclusión que puede extraerse de este examen de la documentación escrita es una de aparente estabilidad. Aparte de los documentos literarios, que como hemos visto nos ofrecen una cantidad muy modesta de información útil, tanto los documentos técnicos como los documentos de archivo giran una y otra vez en torno a una serie muy limitada de cuestiones.

En lo que se refiere, en primer lugar, a las materias primas, nos encontramos con abundantísimas referencias a los fundentes, que son casi en la totalidad de los casos, tanto en documentos literarios, como técnicos como de archivo, las cenizas de determinadas plantas, cuya elección parece depender más de la disponibilidad local que de otras consideraciones, aunque los documentos técnicos hagan mención a las virtudes específicas de las procedentes de determinadas regiones. Muchas veces, de todas formas, incluso estas menciones mantienen un tono formuláico, y no debemos olvidar la

<sup>331</sup> Riu, M. C. 2008. "La manufactura del vidrio y sus artífices en la Barcelona bajomedieval". *Anuario de Estudios Medievales* 38: 604; Juárez, E. 2013. "El modo catalán de negocio del vidrio a finales del medievo". *Anales de Historia Antigua, Medieval y Moderna* 47: 105; 100.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	320/807



cultura manuscrita que prevaleció durante gran parte del periodo que estamos considerando, y que muchas veces llevaba a la copia más o menos automática de datos de un documento a otro. No debemos por ello dudar de todas estas menciones, pero sí es necesario contemplar la posibilidad de que estas no siempre reflejen un conocimiento directo por parte del autor de un texto determinado.

En lo que se refiere al resto de materias primas, los documentos técnicos son bastante vagos, al anotar diversas fuentes de silicio, por ejemplo, pero siempre de forma genérica. Los documentos de archivo son, por otro lado, totalmente mudos en este aspecto, lo que claramente implica que estos insumos generaban pocos problemas logísticos y que raramente implicarían transacciones comerciales, lo que parece indicar que serían recogidos y procesados por los propios vidrieros.

Resulta llamativa la total ausencia a menciones en los documentos técnicos al combustible, que aparecen de forma constante en las fuentes de archivo, tanto en las institucionales (prohibiciones de producción, condiciones impuestas a los vidrieros) como en las privadas (transacciones entre vidrieros y otros agentes). Quizás esto sea llevar la inferencia demasiado lejos, pero resulta tentador, a tenor de la interpretación que se ha hecho aquí de los textos técnicos, pensar que la producción de vidrio entre los autores de los mismos, de ser llevada alguna vez a la práctica, fuese una actividad episódica y experimental en la que el consumo de leña resultaba por tanto menos problemática que para los vidrieros comerciales, que habían de mantener los altos consumos derivados de su actividad de forma sostenida.

Las diferencias entre las fuentes de archivo y las técnicas se prolongan en las referencias a las calidades de las producciones, que es uno de los temas recurrentes entre los autores de los textos técnicos pero que resulta invisible en la documentación de archivo. Aunque es indudable que existían vidrios de calidades diferenciadas, los documentos de archivo a los que hemos hecho referencia se relacionan con vidrieros operando a un nivel popular de consumo. Cabe por tanto suponer que su actividad y sus producciones responderían a criterios de eficiencia y volumen, con producciones seriadas y no especializadas. Sería interesante en este sentido explorar posibles encargos. Hemos visto un par de actas notariales en las que el vidriero es requerido para la producción de un tipo determinado de recipiente, pero en estos casos parece que las

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	321/807



exigencias del cliente afectan a la forma de dichos recipientes, más que a la calidad del vidrio.

Con respecto a los hornos y talleres, tanto la documentación técnica (con la excepción del *Diversis Artibus* y de los manuales tardíos) como la de archivo es bastante lacónica. Sí resultan interesantes las referencias indirectas que los documentos de archivo hacen acerca de la construcción de los mismos, que parecía recaer directamente en los vidrieros, lo que resulta coherente con la naturaleza especializada de su uso. Esto, una vez más, parece descartar las ideas de la reutilización de hornos construidos con otro propósito para la producción ocasional de vidrio. Gracias a la creciente cantidad de documentos de archivo disponibles, estamos empezando a contar con más información al respecto del personal que trabajaba en los talleres, que en la documentación técnica están completamente ausentes (otra posible indicación de que su propósito no era la de guiar la práctica contemporánea).

Aunque esta documentación no resulta tan elocuente como cabría desear, si podemos, poniendo distintas piezas de información juntas, empezar a deducir el tipo de actividades que se desarrollaban en los talleres e incluso la posible especialización de estos (por ejemplo, la existencia de talleres especializados en la producción de frita). De acuerdo con la organización gremial clásica, los talleres de vidrio bajomedievales (y quizás también los andalusíes) operaban en torno a una estructura tripartita de maestro-oficiales-aprendices, a los que habría que sumar, como la documentación parece indicar con claridad, personal no cualificado para llevar a efecto las tareas más onerosas, algunos de los cuales fuesen acaso mano de obra esclava. La información con la que contamos es, sin embargo, aún muy parcial, pero la gran cantidad de documentación que, presumiblemente, falta por explorar, sugiere que existen buenas perspectivas de ir conformando un cuadro más completo.

Existen, para terminar, pocas oportunidades de cruzar la información procedente de distintos tipos de textos. Los documentos de archivo y los técnicos presentan pocos puntos de contacto, más allá de la total coincidencia en la caracterización de las materias primas empleadas en la producción. Resulta necesario, sin embargo, volver a subrayar el hecho de que el más completo tratado acerca de la producción de vidrio en la Península Ibérica, aquel de Guillaume Sedacer, tenga como contexto la Cataluña del

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	322/807



siglo XIV, donde ya hemos visto que la industria del vidrio se encontraba en plena efervescencia.

Como decíamos en la sección dedicada a los documentos técnicos, de su descripción de los procedimientos de producción de vidrio puede inferirse que Sedacer tenía cierto conocimiento de primera mano acerca de la materia<sup>332</sup>, tratando de hecho de explicar ciertas contradicciones entre la práctica de la producción de vidrio y ciertas informaciones encontradas en sus fuentes. Parece por tanto bastante probable que Sedacer pasase cierto tiempo en la compañía de algunos de los vidrieros de los que hemos venido hablando mientras llevaban a cabo su tarea, y que estas experiencias se trasladaron a su tratado. No obstante, como decíamos con anterioridad, la transmisión de conocimiento, de ser este el caso, sería ascendente, del taller al tratado, en lugar de a la inversa, por lo que este tratado no jugaría papel alguno en la difusión de conocimientos técnicos a nivel de práctica. También resulta curioso que los patrones de Sedacer, la familia real de Aragón, parecieran interesados en, si no favorecer, sí al menos permitir la producción de vidrio en las ciudades de la corona, a veces incluso a riesgo de generar problemas de orden jurisdiccional con los concejos urbanos, como hemos visto ocurrió en el caso de Barcelona. No es posible, sin embargo, con la información de la que disponemos, deducir si Sedacer tuvo algún peso en el apoyo prestado por la corona a los vidrieros.

<sup>332</sup> Esto resulta más dudoso con respecto a Cristóforo de Sotomayor, cuyas instrucciones incluyen algunas apreciaciones que parecen delatar cierto desconocimiento. Recordemos que la propia carta admite que Sotomayor utilizó referencias, en concreto libros en posesión del obispo de Córdoba, y es posible que estas indicaciones indirectas estén apuntando a errores de transcripción. Aún cuando estos errores estuviesen ya reflejados en la fuente de Cristóforo, éste no fue capaz de apreciarlos, lo que siembra dudas acerca de sus conocimientos. Por ejemplo, Cristóforo prescribe hasta en tres ocasiones distintas el uso de una onza (c. 28g, asumiendo que se trata de una onza castellana) de manganeso por cada 50 libras de vidrio (la libra castellana constaba de 15 onzas, esto es, unos 470 gramos). Es decir, apenas por encima del 0,1% en masa, lo que resulta a todas luces insuficiente para tener efecto decolorante alguno en el vidrio.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	323/807





## Capítulo 6.

### Fuentes composicionales. Siglos X-XV.

#### *Introducción*

En este capítulo, vamos a analizar los resultados del análisis químico de varios cientos de muestras asociadas a contextos arqueológicos fechados entre los siglos X y XVI. Los contextos de los que las muestras proceden son extremadamente variados, viniendo tanto de contextos de producción como de contextos de consumo en distintas zonas, tanto bajo dominio andalusí como cristiano. Con esta selección de muestras se pretende cubrir el amplio espectro de la producción de vidrio en la Península Ibérica durante estos siglos, tratando de identificar continuidades y discontinuidades en los sistemas de producción.

Asimismo, la población de muestras cubre un amplio abanico de tipologías, con el propósito de identificar posibles diferencias en el proceso productivo de acuerdo con el tipo de objeto producido por los vidrieros.

Para poder gestionar de forma más o menos coherente la enorme cantidad de información generada, los yacimientos de los que proceden los datos van a ser examinados uno por uno, aunque inevitablemente en algunos casos la explicación habrá de hacer referencia a los resultados obtenidos en otros yacimientos. Los yacimientos van a ser analizados más o menos en orden cronológico, del más antiguo al más reciente, para auxiliarnos en la explicación, si bien algunos grupos de cronologías que no son enteramente coincidentes serán analizados de forma conjunta por coherencia narrativa y por su potencial afiliación *a priori*. Cada sección se iniciará con una introducción somera de las características del yacimiento, para que los resultados puedan ser observados en el contexto que les corresponde, y que también será integrado en la explicación.

La metodología seguida es idéntica a la que se aplicó al análisis de los datos expuestos en los capítulos 2 y 3. De cualquier manera, en este capítulo vamos a limitar el análisis a una serie de variables básicas, porque la cantidad de datos disponibles, por

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	324/807



el número de muestras analizadas, es ingente, y por tanto un análisis tan detallado como el que se ha presentado para las muestras analizadas en los capítulos 2 y 3 resultaría del todo impracticable en un solo capítulo. No obstante, dado que nuestro objetivo es caracterizar las grandes líneas de evolución de los procesos tecnológicos implicados, el nivel de análisis propuesto resulta del todo adecuado. Además, los vidrios islámicos han sido estudiados en mucho menor grado de detalle que los romanos, con lo que su caracterización por medio de los elementos traza presentes en su composición es aún muy incompleta. A esto hemos de sumar un aspecto que resulta de gran relevancia en tanto en cuanto limita nuestras posibilidades para establecer paralelos significativos. Además de haber sido estudiados en mucha menor medida que los vidrios romanos, el estudio del vidrio medieval en las regiones mediterráneas ha sufrido un considerable desequilibrio en favor de las regiones orientales con respecto a las occidentales y de la ribera norte con respecto a la ribera sur. Esto no sólo restringe la posibilidad de establecer paralelos, sino que impone una importante laguna en nuestra evidencia, lo que dificulta la tarea de trazar líneas completas y continuas de transmisión tecnológica<sup>1</sup>.

#### *Panorámica general.*

No obstante, antes de introducirnos en el análisis detallado de los distintos yacimientos y conjuntos, es necesario hacer una caracterización general básica en la que poder enmarcar los resultados de cada yacimiento. Los trazos de esta caracterización han de ser, por necesidad, muy gruesos, para después ser refinados en la explicación de los distintos horizontes. La caracterización enfocará el análisis hacia las grandes variables que constituyen los pilares básicos de la producción de vidrio, como son los fundentes empleados, las fuentes de sílice y los elementos colorantes y opacificantes. De todas las gráficas empleadas en esta sección se excluyen las muestras procedentes de Madīnat al-Zahrā, así como varias muestras más procedentes de Málaga y Baena, por razones que quedarán claras en la próxima sección.

<sup>1</sup> Duckworth, C. y D. Govantes-Edwards. En prensa. "Glass production in al-Andalus: new chemical data from Malaga". In J. Lopez Rider y R. Córdoba de la Llave (eds) *Proceedings of Conference Technical Knowledge in Europe*. 2015.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	325/807



Como tendremos ocasión de ir viendo, los vidrios andalusíes y tardomedievales analizados en el contexto del *The al-Andalus Glass Project* se dividen en dos grandes grupos en lo que se refiere a los fundentes. Ambos pertenecen con claridad a la categoría HMG, lo que los identifica con una tradición productiva que hace uso de fundentes de origen vegetal, lo que no es sorprendente. Henderson define los vidrios HMG como aquellos que presentan un contenido por encima de 1% MgO y 2% K<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, lo que no se aleja en exceso de los umbrales de >1,5% para ambos elementos con los que hemos visto que se definen, generalmente, los vidrios de natrón<sup>2</sup>.

Dentro de esto, por otro lado, nos encontramos con una mayoría de vidrios sódicos, esto es, vidrios en los que el contenido de sodio es muy superior al de potasio. Por el otro, están vidrios que pueden definirse como de álcalis mixtos, en los que el sodio no predomina sobre el potasio de forma tan evidente e incluso en algunos casos se ve superado por éste. Esto responde sin duda al uso de especies de plantas con diferentes contenidos relativos en sodio y potasio. Como hemos visto con anterioridad, la relación entre estos dos elementos se ha venido esgrimiendo como argumento para asociar muestras de vidrio italianas al uso de barrillas locales o de cenizas importadas, pero ya hemos planteado ciertas dudas acerca de la viabilidad de este método, que no deja de basarse en asunciones que, como hemos visto, no resulta fácil sostener a la vista de algunos de nuestros datos.

Anteriormente, hemos hecho una serie de comparaciones con vidrios próximo orientales estableciendo un punto de corte en 5% K<sub>2</sub>O para distinguir entre vidrios genuinamente “sódicos” y vidrios “mixtos”, y ahora veremos como esta inferencia no es del todo arbitraria. De cualquier manera, es importante señalar una serie de factores que van a impedir que los grupos que vamos a definir sean tan nítidos como los establecidos, por ejemplo, para el vidrio de natrón tardoantiguo (ver Capítulo 2).

Primero, el contenido en sodio y potasio de las plantas no depende sólo de la especie, como ya hemos comentado repetidamente. Con esto quiere decirse que la composición de las cenizas va a verse afectadas por variables múltiples (geografía, geología, climatología, fecha de recogida, proceso de incineración, etc.). Al generar oscilaciones en las concentraciones de sodio y potasio, esto tendrá como resultado

<sup>2</sup> Henderson, J. 2000. *The Science and Archaeology of Materials*. Londres: Routledge:

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	326/807



que ambos grupos no aparezcan nítidamente separados, sino que se solapen, haciendo que muchos vidrios no puedan adscribirse con absoluta certeza a uno u a otro.

Segundo, cabe suponer que las prácticas de reciclaje resultaran en la mezcla de estos dos grupos, dando lugar a aún más solapamiento y composiciones intermedias. Prestaremos atención a los clásicos indicadores de reciclaje en aquellas muestras que resulten menos claras, si bien estos indicadores han sido caracterizados para las producciones de vidrio de natrón y no tenemos garantías de que resulten de la misma utilidad en los vidrios medievales y andalusíes.

Por ello, asumiendo que los vidrios que estamos analizando se producían con cenizas procedentes de plantas obtenidas a nivel local, hemos de tratar de encontrar diferencias en las composiciones que nos permitan discriminarlas. Para ello he cruzado los datos de los principales óxidos presentes en estas cenizas, que son  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  y  $\text{CaO}$ , además del cloro, que también tiene una presencia significativa (en ocasiones por encima del 8%, por ejemplo en la ceniza de lo que Ashtor y Cevdally definieron como “Soda di Catania”)<sup>3</sup>. Casi todas las relaciones bivariantes establecidas ( $\text{Na}_2\text{O}:\text{MgO}$ ;  $\text{Na}_2\text{O}:\text{P}_2\text{O}_5$ ;  $\text{Na}_2\text{O}:\text{K}_2\text{O}$ ;  $\text{Na}_2\text{O}:\text{CaO}$ ;  $\text{Na}_2\text{O}:\text{Cl}$ ;  $\text{MgO}:\text{P}_2\text{O}_5$ ;  $\text{MgO}:\text{CaO}$ ;  $\text{MgO}:\text{Cl};\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}$ ;  $\text{P}_2\text{O}_5:\text{CaO}$ ;  $\text{P}_2\text{O}_5:\text{Cl}$ ;  $\text{K}_2\text{O}:\text{CaO}$ ; y,  $\text{CaO}:\text{Cl}$ ) resultaron en distribuciones sin estructura clara, si bien las correlaciones  $\text{MgO}:\text{K}_2\text{O}$  (Figura 6.1) y  $\text{K}_2\text{O}:\text{Cl}$  (Figura 6.2), que además tienen un comportamiento similar, sí permiten establecer ciertas distinciones.

Por un lado, la Figura 6.1 expresa dos grupos más o menos bien definidos, uno, formado por los vidrios con <5% de potasio, aparentemente más compacto, que mantiene una correlación negativa  $\text{Mg}:\text{K}_2\text{O}$ , esto es, a más magnesio menos potasio, si bien la gradiente no es en exceso acusada. El segundo grupo, formado por los vidrios con >5% de potasio, parece responder a una correlación similar, aunque mucho más acentuada. De cualquier manera, como puede verse con claridad con las elipses dibujadas en torno a las dispersiones, es necesario afrontar estos datos con prudencia, ya que existe una zona de solapamiento, y no podemos olvidar que la división de los datos en 5%  $\text{K}_2\text{O}$  es en principio arbitraria.

<sup>3</sup> Ashtor, E., y G. Cevdalli. 1983. “Levantine Alkali Ashes and European Industries”. *Journal of European Economic History* 12: 498.

La Figura 6.2, por su parte refleja dos grupos más nítidamente definidos, siguiendo una correlación inversa  $Cl:K_2O$ , si bien muy poco pronunciada, para los vidrios con <5% de potasio y una mucho más acusada en los vidrios con >5% de potasio. En este caso no parece existir solapamiento, como expresa la línea practicada entre los dos grupos, si bien estos datos han de seguir siendo tomados con precaución. Existen varias muestras en el primer grupo que presentan cantidades muy reducidas o muy elevadas de cloro con respecto al racimo central, si bien se ha considerado adecuado conservarlos en el grupo ya que parecen seguir la misma línea de tendencia que el resto. Nos referiremos al grupo con contenidos de >5% de potasio como Grupo Fundentes 1, y al grupo con <5% de potasio como Grupo Fundentes 2.

Pasando a la cuestión de las fuentes de sílice, vamos a apoyarnos inicialmente en la relación entre la alúmina y el hierro, dos elementos que aparecen frecuentemente correlacionados en las arenas. Esta correlación es recurrente entre los vidrios procedentes de áreas controladas por el Islam medieval. como arrojan los resultados de Julian Henderson y colaboradores<sup>4</sup>, Robert Brill<sup>5</sup> y, más recientemente, Salehvand y colaboradores<sup>6</sup>. No obstante, las arenas empleadas en el Próximo y Medio Oriente, como las analizadas por estos autores, presentan contenidos inferiores tanto en alúmina como en hierro, en términos de promedio, además de rangos mucho más reducidos, en comparación con los vidrios andalusíes

Así, los vidrios analizados por Brill (Serçe Limani, Nishapur, Hamadan, Gorgan, Fustat, Qasr al-Hayr, Siraf, Qasar es-Seghir, Selcikler, Tacht-i-Sulaiman, Samarra, Heshbon, Aqaba y Caesarea) presentan un contenido medio de 1,92%  $Al_2O_3$  y 0,84%  $Fe_2O_3$ , los de Henderson y colaboradores (Raqqa) de 2,14%  $Al_2O_3$  y 0,69%  $Fe_2O_3$  y los de Salehvand y colaboradores (Museo Nacional de Irán) de 2,72%  $Al_2O_3$  y 1,02%  $Fe_2O_3$ ,

<sup>4</sup> Henderson, J., S. D. McLoughlin y D. S. McPhail. 2004. "Radical changes in Islamic glass technology: evidence for conservatism and experimentation with new glass recipes from early and middle Islamic raqqa, Syria". *Archaeometry* 46: 439-68.

<sup>5</sup> Brill, R. H. 1999 *Chemical Analyses of Early Glasses. Volumes 1 and 2*. Corning, NY: The Corning Museum of Glass; Brill, R. H. 2004. "Chemical Analyses". En G. F. Bass, S. Matthews, y R.J. Steffi (eds) *Serçe Limani: An Eleventh Century Shipwreck*. Texas: A&M University Press: 459-96.

<sup>6</sup> Salehvand, N., D. Agha-Aligol, A. Shishegar, M. Lamechi Rachti. 2020. "The study of chemical composition of Persian glass vessels of the early Islamic centuries (10<sup>th</sup>-11<sup>th</sup> centuries AD) by micro-PIXE; Case Study: Islamic Collection in the National Museum of Iran". *Journal of Archaeological Sciences: Reports*: 1-10.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	328/807



mientras que los que analizamos en este capítulo presentan un contenido medio de 2,72%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y 1,11%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

La correlación es común a las dos principales fuentes de sílice empleadas en la producción de vidrio, arenas o guijarros cuarcíticos triturados, y esencialmente va a ser un indicador del grado de pureza de las arenas o los guijarros seleccionados. Cagno y colaboradores proponen un umbral máximo de  $2,00 \pm 0,5\%$   $\text{Al}_2\text{O}_3$  y  $0,4 \pm 0,1\%$   $\text{Fe}_2\text{O}_3$  para la identificación de los guijarros cuarcíticos, mucho más pobres en impurezas, y de  $4,6 \pm 0,7\%$   $\text{Al}_2\text{O}_3$  y  $0,7 \pm 0,3\%$   $\text{Fe}_2\text{O}_3$  para arenas relativamente limpias<sup>7</sup>.

Esto supone, naturalmente, asumir que la proporción de arena/guijarros empleada en todas las tandas de vidrio es una constante, algo que parece muy implausible. Podría argumentarse que la solución a esto es emplear no una relación  $\text{Al}_2\text{O}_3$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , sino una que refleje las ratios  $\text{SiO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ - $\text{SiO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Esto, teóricamente eliminaría el factor de la proporción de arenas/guijarros empleada en cada tanda de vidrio, ya que esta correspondencia reflejaría la concentración de alúmina y hierro en proporción a la cantidad de arena/guijarros empleada. No obstante, esto supone asumir que la correlación  $\text{Si}:\text{Al}+\text{Fe}$  es una constante, lo que nos sitúa ante el mismo problema que teníamos antes.

Para evaluar la plausibilidad de esta constante, es necesario calcular, por tanto, los coeficientes de correlación  $\text{Si}:\text{Al}+\text{Fe}$  de las muestras. En este caso estaríamos buscando un coeficiente de correlación negativo (con un valor máximo que -1), que indicaría una relación proporcional inversa entre la cantidad de silicio y la de alúmina+hierro. En el conjunto de muestras formadas por los vidrios soplados que vamos a proceder a analizar en este capítulo (las pulseras tienen un tratamiento aparte por que a menudo presentan peculiaridades composicionales, como veremos en su lugar) este coeficiente de correlación arroja un valor negativo pero muy bajo (-0,12), lo que permite cuestionar seriamente una relación proporcional inversa entre las variables sílice:impurezas, al menos para la población de muestras tomada en conjunto. Esto no ha de resultar sorprendente, ya que sería extraño que las

<sup>7</sup> Cagno, S., K. Janssen y M. Mendera. 2008. "Compositional analysis of Tuscan glass samples: in search of raw material fingerprints". *Anal. Bioanal. Chem* 391: 1393.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	329/807



arenas/guijarros empleados en todas las muestras procedieran de una sola fuente o de fuentes con un perfil geológico idéntico.

No obstante, cuando tomamos los principales conjuntos de datos que vamos a analizar en las siguientes secciones por separado, encontramos que en algunos casos el coeficiente de correlación se aproxima mucho más al valor máximo: en los vidrios soplados de Granada es de 0,02, en Málaga de -0,19, en Jaén de -0,33, en Murcia de -0,59, en Almería de -0,67, en Jerez de la Frontera de -0,68, en la Alhambra de -0,80 y finalmente en Sevilla de -0,98. De este modo, son los vidrios de Sevilla, cuyo coeficiente de correlación roza el máximo de -1 (implicando que las arenas/guijarros empleados en su producción procedían de fuentes con un perfil geoquímico muy regular) aquellos en los que la comparación de las ratios  $\text{SiO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ - $\text{SiO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$  resultaría más fiable.

Como ejercicio metodológico, podemos plotear la totalidad de las muestras en su relación  $\text{Al}_2\text{O}_3$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (Figura 6.3). En esta figura se han individualizado las piezas procedentes de Sevilla, dado su alto coeficiente de correlación sílice:impurezas. De acuerdo con los umbrales propuestos por Cagno y colaboradores, las muestras sevillanas se encuentran entre aquellas producidas con arenas más “sucias”, y por tanto los resultados de la relación  $\text{SiO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ - $\text{SiO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$  deberían encontrarse entre los más bajos de la población total de muestras. Los resultados se expresan gráficamente en la Figura 6.4.

Este pequeño ejercicio no demuestra demasiadas cosas, más allá de que los umbrales propuestos por Cagno y colaboradores son válidos para las muestras de Sevilla, aunque su fiabilidad se reduce en la misma proporción que los coeficientes de correlación mencionados. Esto, no obstante, no quiere decir que sean erróneos en aquellos casos en los que el coeficiente de correlación se aleja del valor negativo máximo, sino que los resultados han de ser tomados con especial precaución en aquellos conjuntos de muestras cuyo coeficiente de correlación más se aleje del valor máximo. Estos coeficientes de correlación serán empleados para la interpretación de cada conjunto de datos.

Por otro lado, dado que la relación Al:Fe puede presentar considerables regularidades en arenas de orígenes geográficos y geológicos muy distintos, se hará un

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	330/807





esfuerzo por refinar la interpretación teniendo en consideración otros elementos, que por lo general aparecen como elementos traza, que también pueden servir para la caracterización de arenas/guijarros de distintos orígenes. En su análisis de las arenas potencialmente vitrificables del Mediterráneo y sus correspondencias con vidrios históricos, Brems y Degryse identificaron como elementos potencialmente útiles en la identificación de arenas de la Península Ibérica el escandio\*, el titanio, el vanadio, el cromo, el rubidio, el estroncio, el circonio, el bario, el neodimio\*, el europio\*, el terbio, el disprosio\*, el iterbio\*, el lutecio\*, el hafnio y el torio<sup>8</sup>. Por lo general, dado que las concentraciones de estos elementos suelen ser muy dispares, para facilitar su visualización, los contenidos de los vidrios se presentan normalizados al contenido medio de dichos elementos en la corteza superior terrestre. En este caso emplearemos los contenidos medios propuestos por Wedepohl<sup>9</sup>. Así, si tomamos dos muestras al azar, ALM-15, procedente de Almería, y JA-263, procedente de Jaén, y le aplicamos esta metodología (Figura 6.5) podemos apreciar con claridad las diferencias. De esta manera, una vez que hayamos categorizado las muestras en función a sus contenidos en alúmina y hierro, formando grupos más o menos definidos, emplearemos un apartado en refinar esta posible categorización con ayuda de estos datos adicionales. Desafortunadamente, los datos correspondientes a estos elementos no están disponibles para todas las muestras, con lo que este refinamiento habrá necesariamente de verse limitado a los conjuntos para los que sí lo estén.

Por otro lado, parece justificado asumir que las arenas/guijarros empleados en la producción de vidrio en la Península Ibérica en época medieval son de origen local. El transporte de arenas o guijarros resultaría muy costoso y difícil, y no poseemos ninguna evidencia del transporte de este tipo de materiales en la Antigüedad o la Edad Media<sup>10</sup>.

<sup>8</sup> Marcados con un asterisco aquellos elementos que se agrupan en la categoría de tierras raras. Brems, D., y P. Degryse. 2014. "Trace elements in sand raw materials". En P. Degryse (ed) *Glassmaking in the Greco-Roman World*. Lovaina: Leuven University Press: 81.

<sup>9</sup> Wedepohl, K. H. 1995. "The composition of the continental crust". *Geochimica et Cosmochimica Acta* 59: 1217-1232.

<sup>10</sup> Brems, D. y P. Degryse. 2014. "Western Mediterranean sands for ancient glass making". En P. Degryse (ed) *Glassmaking in the Greco-Roman World*. Lovaina: Leuven University Press: 27.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	331/807



### *Madīnat al-Zahrā. Siglos X-XI.*

Las siete muestras procedentes de Madīnat al-Zahrā (ver capítulos anteriores para el posible contexto de producción de estos vidrios) pertenecían a objetos de vidrio soplado recuperados durante las excavaciones desarrolladas en el palacio en la década de los 90 del siglo XX (fueron encontrados entre los rellenos que colmataban algunas de las canalizaciones de agua del mismo). Las muestras están fechadas, por tanto, entre los siglos X y XI<sup>11</sup>.

Las siete muestras (MAZ-150, MAZ-151, MAZ-152, MAZ-153, MAZ-154, MAZ-155 y MAZ-157) se corresponden con vidrios de soda-sílice-plomo, con unos contenidos de plomo que se sitúan entre 39,19% y 49,32% PbO. Esto nos remite a las muestras de época califal procedentes de la ciudad de Córdoba analizadas por Duckworth y colaboradores, once de las cuales presentaban también altas concentraciones de plomo (entre 33,61% y 43,07% PbO)<sup>12</sup>, y a seis muestras presentadas por De Juan Ares y Schibille procedentes de la ciudad de Vascos.<sup>13</sup> Además de éstas, de entre las muestras analizadas por el *The al-Andalus Glass Project* se han identificado hasta tres muestras más con concentraciones similares de plomo. Se trata de las muestras BAE-253, encontrada en las excavaciones de las fases medievales de Torreparedones (Baena, Córdoba), apareciendo en un nivel de finales del siglo XII<sup>14</sup>, y MA-ESP58 y MA-ESP66, rescatadas en las excavaciones desarrolladas en la Calle Albert Camus de Málaga, en contextos fechados entre los siglos XIII y XIV<sup>15</sup>. Como vamos a ver en el transcurso de la sección, el análisis conjunto de estos vidrios con los procedentes de Madīnat al-Zahrā está plenamente justificado, ya que, no sólo en lo que se refiere al plomo, sus composiciones son muy similares.

<sup>11</sup> Vallejo, A. 2010. *La ciudad califal de Madīnat al-Zahrā. Arqueología de su arquitectura*. Córdoba: Almuzara.

<sup>12</sup> Duckworth, C., R. Cordoba de la Llave, E.W. Faber, D.J. Govantes-Edwards y J. Henderson. 2015. "Electron microprobe analysis of 9th-12th century Islamic glass from Cordoba, Spain". *Archaeometry* 57, 1: 27-50.

<sup>13</sup> De Juan, J. y N. Schibille. 2017. "Glass import and production in Hispania during the early medieval period: The glass from Ciudad de Vascos (Toledo)". *PlosOne* 12: 1-19.

<sup>14</sup> Córdoba de la Llave, R. 2015. *Informe actividad arqueológica preventiva. Yacimiento Castillo de Torreparedones. Baena (Córdoba)*. Informe de excavación inédito.

<sup>15</sup> Arancibia, A. 2014. *Memoria final de la A. A. P. en los entornos del Guadalmedina y Renfe de las líneas 1 y 2 del Metro de Málaga. 2010-2014*. Informe de excavación inédito.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	332/807



En relación con una cuestión a la que hemos hecho referencia en el Capítulo 3, lo primero que llama la atención entre las muestras procedentes de Madīnat al-Zahrā es cierta correlación entre el plomo y el cloro (coeficiente de correlación: 0,62). La Figura 6.6. Muestra la comparación en los contenidos de PbO y Cl en los vidrios de Madīnat al-Zahrā, Baena, Málaga, Córdoba y Vascos, que forman un racimo muy compacto con estructura lineal (indicativa de la correlación) que se distingue claramente de los vidrios con bajo contenido en plomo procedentes de Córdoba. Los coeficientes de correlación oscilan entre 0,62 en Madīnat al-Zahrā y 0,88 en Córdoba, siendo en Vascos de 0,71.

Como ya decíamos en el Capítulo 3 esto puede indicar que ambos componentes fuesen añadidos a la tanda de vidrio como parte de la misma materia prima, siendo posible que esta fuese la cotunnita, una forma metálica de plomo rica en cloro que puede obtenerse como resultado de la copelación de la galena para la extracción de plata. Existen evidencias de que los vidrieros bajomedievales venecianos empleaban una forma metálica de plomo, en forma de litargirio calcinado, en las fórmulas de producción de vidrio<sup>16</sup>, y también se ha propuesto esta posibilidad para los vidrios con alto contenido en plomo identificados en al-Basra (Marruecos) y para ciertos vidrios medievales alemanes<sup>17</sup>. No obstante, también debemos estar alerta ante la posibilidad de que la mayor cantidad de cloro presente en los vidrios con alto contenido en plomo resulte del hecho de que los vidrios ricos en plomo tendrían una temperatura de fusión inferior a los vidrios pobres en plomo, lo que impediría que el cloro se volatilizase tanto durante la fusión como en estos últimos, idea también propuesta por de Juan Ares y Schibille con los vidrios de Ciudad de Vascos<sup>18</sup>. Es interesante también comprobar como los dos vidrios con alto contenido en plomo analizado por Carmona y

<sup>16</sup> Arletti, R., F. Vezzadini, C. Fiori, y M. Vandini. 2011. "Mosaic glass from St. Peter's, Rome: manufacturing techniques and raw materials employed in late 16<sup>th</sup> century Italian opaque glass". *Archaeometry* 53: 380.

<sup>17</sup> Wedepohl, K. H. y A. Baumann. 1997. "Isotope compositions of medieval lead glasses reflecting early silver production in Central Europe". *Mineralium Deposita* 32: 292-5; Robertshaw, P., N. Benco, M. Wood, L. Dussubieux, E. Melchiorre, y A. Ettahiri. 2010. "Chemical analysis of glass beads from medieval al-Basra (Morocco)". *Archaeometry* 52: 355-79.

<sup>18</sup> De Juan, J. y N. Schibille. 2017. "Glass import and production in Hispania during the early medieval period: The glass from Ciudad de Vascos (Toledo)". *PlosOne* 12: 11.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	333/807



colaboradores en Murcia tenían un bajo contenido en cloro, con lo que debe asumirse que el proceso seguido en este caso fue otro<sup>19</sup>.

Ya en el artículo en el que se publicaron estos vidrios cordobeses llamamos la atención sobre el carácter poco usual de esta concentración de vidrios de plomo-sosa-silíce en contextos islámicos<sup>20</sup>. Si bien los vidrios plomados islámicos fueron ya reconocidos como un grupo más o menos definido por Sayre y Smith<sup>21</sup>, la proporción de vidrios plomados identificada en el conjunto cordobés no tiene paralelos; entre los vidrios islámicos analizados por Brill apenas llegan al 3% de las muestras, considerando vidrios con un contenido de plomo por encima del 10%, mientras que entre las casi 250 muestras analizadas por Henderson y colaboradores en al-Raqqā sólo dos superan ese umbral<sup>22</sup>.

Asumiendo que estos vidrios son el resultado de un proceso consistente en añadir plomo a una matriz preformada de vidrio<sup>23</sup>, en lugar de formar parte de la tanda primaria, se ha procedido a eliminar los contenidos de plomo y cloro y a normalizar el contenido de los restantes elementos al 100%, y la misma operación se ha llevado a cabo con los vidrios de Baena, Málaga, Córdoba y Vascos con objetos comparativos<sup>24</sup>. Es por la distorsión introducida por la presencia elevada de plomo en el resto de elementos que estas muestras fueron excluidos de la sección en la que hacíamos la caracterización general. La media de los contenidos de los grupos con alto y bajo contenido en plomo pueden apreciarse en la Tabla 6. 1.

<sup>19</sup> Carmona, N., M. A. Villegas, P. Jiménez, J. Navarro, M. García-Heras. 2009. "Islamic glasses from al-Andalus. Characterisation of materials from a Murcian workshop (12<sup>th</sup> century AD, Spain)." *Journal of Cultural Heritage* 10: 439-45.

<sup>20</sup> Duckworth, C., R. Cordoba de la Llave, E.W. Faber, D.J. Govantes Edwards y J. Henderson. 2015. "Electron microprobe analysis of 9th-12th century Islamic glass from Cordoba, Spain". *Archaeometry* 57, 1: 32.

<sup>21</sup> Sayre, E. V. y R. W. Smith. 1961. "Compositional categories of ancient glass". *Science* 133: 1824-6.

<sup>22</sup> Brill, R. H. 1999 *Chemical Analyses of Early Glasses. Volumes 1 and 2*. Corning, NY: The Corning Museum of Glass; Henderson, J., S. D. McLoughlin y D. S. McPhail. 2004. "Radical changes in Islamic glass technology: evidence for conservatism and experimentation with new glass recipes from early and middle Islamic raqqā, Syria". *Archaeometry* 46: 439-68.

<sup>23</sup> Sayre, E. V. y R. W. Smith. 1967. "Some materials of glass manufacturing in Antiquity". En M. Levey (ed) *Archaeological Chemistry symposium. 3<sup>rd</sup> Symposium on Archaeological Chemistry*. Pennsylvania: University of Pennsylvania Press: 303.

<sup>24</sup> Duckworth, C., R. Cordoba de la Llave, E.W. Faber, D.J. Govantes Edwards y J. Henderson. 2015. "Electron microprobe analysis of 9th-12th century Islamic glass from Cordoba, Spain". *Archaeometry* 57, 1: 27-50.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	334/807



	Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MnO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CuO
*Madinat	12,83	2,18	1,64	75,69	0,75	1,26	4,50	1,05	0,77	0,00
*Córdoba alto Pb	13,22	1,96	1,78	74,82	0,49	1,63	3,62	1,31	0,84	0,40
*Baena	14,06	1,94	1,87	72,04	0,60	1,36	3,28	0,94	0,91	0,07
*Málaga	11,97	1,96	1,66	77,07	0,64	1,21	3,43	0,79	0,86	0,23
*Vascos	10,56	2,11	2,10	77,23	0,69	1,21	3,60	0,62	1,08	0,00
Córdoba bajo Pb	15,72	2,07	1,51	75,37	0,31	1,92	7,04	0,77	1,01	0,27

Tabla 6. 1. Promedio de contenidos de elementos mayores y menores de los vidrios con altos y bajos contenidos en plomo en Madīnat al-Zahrā, Córdoba (alto Pb), Baena, Málaga, Vascos y Córdoba (bajo Pb).

\* Las cifras correspondientes a estos yacimientos están normalizadas al 100% tras haberse eliminado el contenido en plomo y cloro.

Todos estos vidrios sin excepción pertenecen al grupo “HMG” (“high magnesia and potash”) lo que los identifica sin género de dudas como vidrios producidos con fundentes vegetales, probablemente plantas halófitas. La figura 6.7 expresa la relación MgO-K<sub>2</sub>O en estos vidrios ricos en plomo junto con las muestras pobres en plomo procedentes de Córdoba analizadas por Duckworth y colaboradores (la muestra situada cerca del vértice inferior izquierdo del campo de la gráfica puede ignorarse, al tratarse de un vidrio de natrón que se interpreta como un relicto). La gráfica no deja lugar a dudas acerca del carácter un tanto anómalo de estas muestras con respecto al resto de nuestras muestras (comparar con Figura 6.1), además de que se aprecian considerables diferencias, a pesar de la existencia de cierto solapamiento, entre los vidrios ricos y pobres en plomo: el grupo de vidrios con alto contenido en plomo presenta un contenido menor en sodio, magnesio y potasio y un contenido mayor en fósforo que los vidrios con bajo contenido en plomo.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	335/807



Resulta tentador especular, a tenor de algunos de los argumentos expuestos en el Capítulo 3, que los productores de estos vidrios emplearan cenizas importadas, pero la comparación de los contenidos en magnesio y potasio de los vidrios de Madīnat al-Zahrā y de los vidrios sódicos procedentes de diversos yacimientos del Próximo Oriente<sup>25</sup> (de donde sabemos que se exportaban cenizas a Venecia y quizás también a otras regiones) ofrece unos resultados igualmente negativos, sin que sea posible establecer equivalencias.

En términos de ratio entre sodio y potasio, los vidrios de Madīnat al-Zahrā presentan una media de algo más de 10:1, lo que excede en mucho las ratios propuestas para las cenizas producidas en occidente,<sup>26</sup> pero se aproximan más a las propuestas por Gallo y colaboradores de 6,7:1 para Rocca di Assolo (Italia)<sup>27</sup>, especialmente si se excluyen del cálculo las muestras MAZ-150 y MAZ-153, cuyas ratios son claramente anómalas (16,1:1 y 17:1) por presentar unos bajísimos contenidos de potasio. Como decíamos en el Capítulo 3, no obstante, es muy posible que estas ratios hayan de revisarse de forma sustancial, especialmente teniendo en cuenta la enorme variabilidad composicional que puede derivarse de diversos factores, tales como temporada, climatología y sustrato geológico, entre otros<sup>28</sup>, y la información combinada que nos ofrecen los datos químicos procedentes de Sevilla y la documentación de archivo que repasábamos en el Capítulo 5, que esencialmente confirman el uso de cenizas de plantas locales en la producción de unos vidrios cuyas ratios Na:K son mucho más altas que las propuestas para occidente. Esto pone en

<sup>25</sup> Los datos son los publicados por Brill, R. H. 1999 *Chemical Analyses of Early Glasses. Volumes 1 and 2*. Corning, NY: The Corning Museum of Glass; Brill, R. H. 2004. "Chemical Analyses". En G. F. Bass, S. Matthews, y R.J. Steffi (eds) *Serçe Limani: An Eleventh Century Shipwreck*. Texas: A&M University Press:459-96; Henderson, J., S. D. McLoughlin y D. S. McPhail. 2004. "Radical changes in Islamic glass technology: evidence for conservatism and experimentation with new glass recipes from early and middle Islamic Raqqa, Syria". *Archaeometry* 46: 439-68

<sup>26</sup> Tite, M. S., A. Shortland, Y. Maniatis, D. Kavoussanaki y S. A. Harris. 2006. "The composition of the soda-rich and mixed alkali plants used in the production of glass". *Journal of Archaeological Science* 33: 1290; Cagno, S., K. Janssens y M. Mendera. 2008. "Compositional analysis of Tuscan glass samples: in search of raw material fingerprints". *Anal. Bioanal. Chem* 391: 1390.

<sup>27</sup> Gallo, F. y A. Silvestri. 2012. "Medieval glass from Rocca di Assolo (northern Italy): an archaeometric study". *Archaeometry* 54: 1023-39.

<sup>28</sup> Misra, M. K., K. W. Ragland, y A. J. Baker. 1993. "Wood ash composition as a function of furnace temperature". *Biomass and Bioenergy* 4: 103-16; Rehren, T. 2000. "Rationales in Old World base glass compositions". *Journal of Archaeological Science* 26: 1225-34; Santopadre, P y M. Verità. 2000. "Analysis of production technologies of Italian vitreous materials of the Bronze Age". *Journal of Glass Studies* 42: 25-40.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	336/807



cuestión de nuevo la posibilidad de extrapolar las conclusiones alcanzadas por Cagno y colaboradores a partir de una serie de muestras toscanas fechadas del siglo XIII en adelante, que establecen el “punto de corte” entre los vidrios producidos con cenizas orientales y con cenizas obtenidas a partir de barrillas locales en 4,5% K<sub>2</sub>O, siendo todos los vidrios cuyo contenido en potasio es inferior a esta cifra asociados a la importación de cenizas procedentes del Próximo Oriente<sup>29</sup>. De todos los vidrios analizados por el *The al-Andalus Glass Project* en Sevilla, sólo uno excede esta concentración de potasio (MASE-289), cuando tenemos pruebas documentales fehacientes de que los vidrieros sevillanos adquirirían el sus plantas vidrieras localmente (ver Capítulo 5 y Apéndice 3). Si bien los resultados de Cagno y colaboradores pueden resultar válidos para la Campania, parece dudoso que puedan ser trasplantados a la Península Ibérica de forma automática. Seguiremos examinando esta cuestión a lo largo del capítulo.

Así, las diferencias entre los contenidos de magnesia y potasa en los vidrios ricos en plomo pueden estar apuntando al uso de materias primas diferentes a las empleadas en el resto de vidrios o bien a que las cenizas empleadas en los vidrios de Madīnat al-Zahrā fueran objeto de purificación, lo que puede quizás deducirse de las bajas concentraciones de calcio que presentan estos vidrios. Así, los vidrios de Madīnat al-Zahrā presentan una concentración media de 3,50% CaO, mientras que en los vidrios de Málaga es 3,43%, la de Córdoba 3,48% y la de Vascos 3,60%, siendo el contenido de la muestra de Baena algo anómala en este sentido, al presentar una concentración de calcio algo mayor, de 4,28%, tal y como se expresa en la Tabla 6. 1. Fuera de este grupo, los vidrios con bajo contenido en plomo procedentes de Córdoba presentan una concentración media de calcio 8,04% mientras que, entre los analizados por el *The al-Andalus Glass Project*, los de Málaga (con excepción de las dos muestras discutidas aquí) tienen un contenido medio de 7,04%, los de Jaén de 7,57%, los de Baena (exceptuando BAE-253 y un fragmento de escoria) de 7,67%, los de Murcia de 7,03%, los de Carmona de 6,59%, los de Almería de 6,81%, los de Granada de 7,47%, los de la Alhambra de 6,12%, los de Jerez de la Frontera de 5,82% y los de Sevilla de

<sup>29</sup> Cagno, S., M. Mendera, T. Jeffries y K. Janssens. 2010. “Raw materials for medieval to post-medieval Tuscan glassmaking: new insight from LA-ICP-MS analyses”. *Journal of Archaeological Science* 37: 3030-3036.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	337/807





6,29%. Por su lado, los analizados por Julian Henderson y colaboradores en al-Raqqā tienen un contenido medio en calcio de 7,74% y los analizados por Brill en diversos yacimientos Próximo Orientales y el Pecio de Serçe Limani de 7,94% y 6,70% respectivamente.

Basándose en composiciones que resultan del uso de cenizas purificadas y sin purificar, Cagno y colaboradores concluyeron que el resultado de sumar las concentraciones de los principales elementos contenidos en las cenizas ( $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  y  $\text{CaO}$ ) y de dividir las concentraciones de sodio y potasio entre el resultado de esta suma puede ofrecernos una orientación acerca de la pureza de las cenizas (las cenizas purificadas se sitúan en la línea que marca un resultado para esta operación en torno a 0,75 y las cenizas sin purificar un resultado en torno a 0,6)<sup>30</sup>, como expresa la Figura 6.8.

Los resultados de la aplicación de la metodología propuesta por Cagno y colaboradores parece dar cierto apoyo a esta idea, encontrándose los vidrios de Madīnat al-Zahrā en una posición intermedia entre las líneas de tendencia que marcan los vidrios producidos, de acuerdo con estos autores, con cenizas purificadas y sin purificar, como se aprecia en la Figura 6.8<sup>31</sup>, si bien los resultados son poco concluyentes, con lo que tendremos que examinar otras variables. No olvidemos, además, que esta metodología está desarrollada en base a ratios Na:K que, como estamos viendo, resultan poco fiables para la Península Ibérica.

Dejando a un lado la cuestión de los fundentes, a la que volveremos brevemente más adelante, en lo que se refiere a la fuente de sílice, ya los vidrios de Córdoba analizados por Duckworth y colaboradores presentaban la habitual correlación entre el aluminio y el hierro (0,94), tanto en los vidrios con alto como con

<sup>30</sup> Cagno, S., K. Janssens y M. Mendera. 2008. "Compositional analysis of Tuscan glass samples: in search of raw material fingerprints". *Anal. Bioanal. Chem* 391: 1389-95; Cagno, S., L. Favaretto, M. Mendera, A. Izmer, F. Vanhaecke y K. Janssens. 2012. "Evidence of early medieval soda ash glass in the archaeological site of San Genesio (Tuscany)". *Journal of Archaeological Science* 39: 1540-1552; Cagno, S., M. Brondi Brandano, F. Mathis, D. Strivay y K. Janssens. 2012. "Study of medieval glass fragments from Savona (Italy) and their relation with the glass produced in Altare". *Journal of Archaeological Science* 39: 2191-7.

<sup>31</sup> Cagno, S., K. Janssens y M. Mendera. 2008. "Compositional analysis of Tuscan glass samples: in search of raw material fingerprints". *Anal. Bioanal. Chem* 391: 1389-95; Cagno, S., L. Favaretto, M. Mendera, A. Izmer, F. Vanhaecke y K. Janssens. 2012. "Evidence of early medieval soda ash glass in the archaeological site of San Genesio (Tuscany)". *Journal of Archaeological Science* 39: 1540-1552; Cagno, S., M. Brondi Brandano, F. Mathis, D. Strivay y K. Janssens. 2012. "Study of medieval glass fragments from Savona (Italy) and their relation with the glass produced in Altare". *Journal of Archaeological Science* 39: 2191-7.



bajo contenido en plomo. En los vidrios de Madīnat al-Zahrā esta correlación es mucho menos enfática (0,42), pero si se suprime del cálculo la muestra MAZ-154, que en este sentido presenta un comportamiento anómalo, vemos como el coeficiente de correlación se dispara hasta 0,97, mientras que los vidrios de Vascos presentan un coeficiente de correlación de 0,96. Esto sugiere, más allá de la excepción planteada por MAZ-154, que ambos elementos entraron en la receta del vidrio dentro de la misma materia prima. La clara estructura lineal de la distribución expresa con gran nitidez la correlación existente entre estos elementos.

La Figura 6.9 ilustra con claridad esta correlación, de nuevo introduciendo los datos correspondientes a las muestras pobres en plomo con fines comparativos. En lo que se refiere a la relación Al:Fe estos vidrios constituyen un conjunto muy compacto y que forma una evidente línea de tendencia como decíamos más arriba<sup>32</sup>. Esta línea conduce desde unas cantidades bastante bajas de alúmina y hierro (0,85% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y 0,42% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en COR4) a cantidades elevadas de ambos (3,37% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y 1,47% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en COR17), pero en una línea continua. Las excepciones a la pauta son COR6 y COR12, que presentan 0,36% y 0,29% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> respectivamente y que, siguiendo los umbrales propuestos por Cagno y colaboradores, cabría asociar al uso de guijarros de cuarzo en la producción de vidrio.

Resulta, de cualquier forma, intrigante el hecho de que, aunque la afinidad del perfil alúmina-hierro resulte en general poco discutible en la mayoría de las muestras, los vidrios con alto contenido en plomo presenten una concentración de sílice (promedio 75,26% SiO<sub>2</sub> normalizado) mucho mayor que aquellos con un bajo contenido en plomo (62,87% SiO<sub>2</sub>) lo que podría indicar que los primeros emplearon como fuente guijarros silíceos y los segundos arenas<sup>33</sup>. En esto también parecen coincidir los contenidos en elementos traza,<sup>34</sup> dadas las bajas lecturas en ciertos

<sup>32</sup> Para los datos de los materiales cordobeses ver Duckworth, C., R. Cordoba de la Llave, E.W. Faber, D.J. Govantes Edwards y J. Henderson. 2015. "Electron microprobe analysis of 9th-12th century Islamic glass from Cordoba, Spain". *Archaeometry* 57, 1: Table 2.

<sup>33</sup> Aunque ambos superan los umbrales propuestos por Cagno y colaboradores, lo que seguramente responda a diferencias en las geologías de las dos regiones analizadas. Cagno, S., K. Janssens y M. Mendera. 2008. "Compositional analysis of Tuscan glass samples: in search of raw material fingerprints". *Anal. Bioanal. Chem* 391: 1394.

<sup>34</sup> Es conveniente recordar que, en este conjunto de muestras no vamos a aplicar la metodología expuesta más arriba en lo que se refiere a los elementos traza por dos motivos. Primero, la introducción de cantidades tan abundantes de mineral de plomo en los vidrios ricos en plomo necesariamente

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	339/807



elementos que resultan más abundantes en las arenas silíceas que en los guijarros, como el cromo (promedio en los vidrios ricos en plomo de Madīnat al-Zahrā de 5 ppm vs. 35 ppm Cr en la corteza superior terrestre; el estroncio: 78 ppm vs. 316 ppm Sr; el circonio: 13 ppm vs. 237 ppm Zr; y el bario: 71 ppm vs. 668 ppm Ba)<sup>35</sup>. Esto, sin embargo, parece contradecirse con las cantidades absolutas de alúmina y hierro presentes en estos vidrios, de los que cabría esperar que, de haberse producido con guijarros triturados, presentarían cantidades significativamente menores tanto de alúmina como de hierro, y de destacarse en este sentido de forma clara de las presentes en los vidrios pobres en plomo de Córdoba, cuando las diferencias son en realidad poco enfáticas.

Hemos de tener en cuenta que los coeficientes de correlación Si:Al+Fe en estos dos grupos de muestras arrojan resultados relativamente bajos, siendo de -0,33 en el caso de los vidrios ricos en plomo y de -0,51 entre los vidrios pobres en plomo, lo que indica cierta heterogeneidad en los perfiles Si:Al+Fe, lo que pone en cuestión la utilidad de los umbrales propuestos por Cagno y colaboradores (más para los vidrios ricos en plomo que para aquellos que son pobres en plomo).

Dado el carácter contradictorio de los datos, debemos tener en consideración la posibilidad de que estos vidrios resulten de la combinación de diversas fuentes de sílice, incluyendo guijarros triturados y arenas, siendo los primeros utilizados preferentemente, pero no únicamente, para la producción de los vidrios ricos en plomo. Esto explicaría su mayor contenido en sílice y su menor (en términos de promedio) contenido en impurezas de alúmina y hierro. Es también posible que esto haya contribuido a su menor proporción en calcio, que a menudo se hace presente en las arenas en forma de restos de malacofauna, si bien cabe esperar que, como localización interior, las arenas locales cordobesas resulten más pobres en este sentido que, por ejemplo, las arenas costeras. El carácter compacto que forman los dos grupos tomados en conjunto puede indicar, sin embargo, el uso de similares fuentes de sílice.

---

introduce un elemento de distorsión en los resultados de elementos traza. Segundo, sólo tenemos disponibles estos datos para las muestras analizadas en el contexto del *The al-Andalus Glass Project*, y no aquellos analizados en Córdoba por Duckworth y colaboradores, lo que imposibilita la comparación de ambos grupos.

<sup>35</sup> Desafortunadamente, esta información no está disponible para los vidrios pobres en plomo de Córdoba.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	340/807



Por esto, parece que la hipótesis más probable es que las muestras con altos contenido en plomo procedentes de Madīnat al-Zahrā, Córdoba, Baena, Málaga y Vascos y las de bajo contenido en plomo procedentes de Córdoba empleasen similares fuentes de sílice, con mayor presencia de guijarros en los primeros que en los segundos. Además, parece probable que las cenizas empleadas en los vidrios ricos en plomo fueran depuradas, ayudando con ello a reducir la cantidad de calcio presente en estas muestras.

Teóricamente, el proceso de depuración, que consiste esencialmente en mezclar las cenizas con agua hirviendo y filtrarlas posteriormente<sup>36</sup>, repitiéndose la operación en varias ocasiones, resulta en un incremento en la proporción de elementos fundentes en las cenizas depuradas ( $\text{Na}_2\text{O}$  y  $\text{K}_2\text{O}$ ). Así, si tomamos los principales elementos constitutivos de las cenizas ( $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  y  $\text{CaO}$ ) y normalizamos sus contenidos al 100%, nos encontramos con que la suma de  $\text{Na}_2\text{O}$  y  $\text{K}_2\text{O}$  (los elementos fundentes) en los vidrios ricos en plomo (69,52%) es significativamente más alta que la que resulta de los vidrios pobres en plomo (59,96%), lo que supone un elemento más a favor de la teoría de la purificación.

Recordemos el contexto al que se asocian las muestras. Los vidrios ricos en plomo aparecen de forma mayoritaria en Madīnat al-Zahrā, donde de hecho constituyen la totalidad de las muestras, además de en Córdoba y Vascos, donde se relacionan con contextos fechados en los siglos X-XI. Por otra parte, los dos de Málaga fueron rescatados de contextos más tardíos (siglos XIII-XIV), pero estaban en una zona de la ciudad de Málaga que fue testigo de considerable actividad durante la época califal<sup>37</sup>, lo que hace plausible que se trate de relictos, y otro tanto puede decirse de la muestra procedente de Baena. Este tipo de vidrios parece por tanto gravitar en torno a Madīnat al-Zahrā, y por tanto la época califal. Esto es especialmente llamativo habida cuenta las afinidades composicionales a las que nos hemos venido refiriendo en capítulos anteriores entre los vidrios y los vidriados presentes en las cerámica “verde y manganeso”. De cualquier forma, aún si aceptamos esta hipótesis, hemos de admitir

<sup>36</sup> Rasmussen, S. C. 2012. *How Glass Changed the World. The History and Chemistry of Glass from Antiquity to the 13th Century*. Nueva York: Springer: 48.

<sup>37</sup> Arancibia, A. 2014. *Memoria final de la A. A. P. en los entornos del Guadalmedina y Renfe de las líneas 1 y 2 del Metro de Málaga. 2010-2014*. Informe de excavación inédito.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	341/807



que la difusión de este tipo de producción de vidrio, hasta el momento identificada sólo en los yacimientos mencionados en la presente sección, resulta mucho menos extensiva que la de las producciones “verde y manganeso” con la que la relacionamos tentativamente. Estas producciones cerámicas se expandieron de forma rápida a amplias regiones, no sólo en lo que se refiere a su producción técnica sino también a sus atributos estilísticos e incluso semánticos<sup>38</sup>. También es cierto que la identificación de los tipos cerámicos puede hacerse en base a criterios tipológicos, mientras que la de los vidrios depende de las evidencias analíticas, de las que poseemos, comparativamente, un número muy escaso. Es posible pensar, por tanto, que la aplicación de técnicas analíticas a más muestras permitirá ir definiendo de forma más precisa la expansión y adopción de esta tecnología del vidrio.

Si la lectura que se ha hecho de los datos es correcta, la matriz de vidrio empleada para estos vidrios presentarían cantidades relativamente bajas de impurezas, con unos contenidos de sílice que en ocasiones superan el 80% y haciendo uso de cenizas depuradas. Esto supone una *chaîne opératoire* considerablemente mas elaborada de las que nos encontraremos en el resto del capítulo, con la posible combinación de diversas fuentes de sílice, lo que nos permite especular con que estas fuesen producciones de lujo manufacturadas en el entorno de la corte califal. El añadido del plomo, especialmente en el rango de proporciones al que nos estamos refiriendo, no sólo serviría para ablandar el vidrio, haciéndolo más susceptible al tallado<sup>39</sup>, sino que le daría a su superficie un tono brillante de aspecto metalizado que, cómo sabemos, era altamente apreciado en el Islam medieval<sup>40</sup>. Así, para la producción de estos vidrios se seleccionarían los guijarros, más puros, dejando las

<sup>38</sup> Coll Conesa, J. 2014. “Técnica, áulica y distinción social en la cerámica medieval”. *Anales de Historia del Arte* 24: 82.

<sup>39</sup> Brill, R. 2001. “Some thoughts on the chemistry and technology of Islamic glass”. En S. Carboni y D. Whitehouse (eds) *The glass of the sultans*. Nueva York: The Metropolitan Museum of Art: 28.

<sup>40</sup> Ver por ejemplo Fernández Puertas, A. 1998. “Gilded and enamelled glass in al-Andalus”. En R. Ward (ed) *Gilded and Enamelled Glass from the Middle East*. Londres. British Museum Press: 74-77; Carboni, S. 2001. “Painted glass”. In C. Carboni y D. Whitehouse (eds) *Glass of the Sultans*. Nueva York. The Metropolitan Museum of Art: 199-273; Hess, C. 2004. “Brilliant achievements: the journey of Islamic glass and glazed ceramics to Renaissance Italy” En C. Hess (ed) *The Arts of Fire. Islamic Influences on Glass and Ceramics of the Italian Renaissance*. Los Angeles: The J. Paul Getty Museum: 1-34; Komaroff, L. 2004. “Color, Precious Metal, and Fire: Islamic Ceramics and Glass”. En C. Hess (ed) *The Arts of Fire. Islamic Influences on Glass and Ceramics of the Italian Renaissance*. Los Angeles: The J. Paul Getty Museum: 35-50.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	342/807



arenas, preferentemente para las producciones más modestas, como las representadas en Córdoba, con mayores niveles de impurezas y cenizas no depuradas.

En lo que se refiere a los colorantes debemos hacer ciertas precisiones antes de empezar. Hemos venido comentando en capítulos anteriores acerca del uso, en época romana, de dos decolorantes fundamentales, el antimonio y el manganeso, cuya función era esencialmente contrarrestar el efecto colorante del hierro que, casi sin excepción, encontramos en las fuentes de sílice empleadas para la producción de vidrio. Con el abandono del antimonio a mediados del siglo IV, el manganeso pasó a convertirse en el elemento decolorante por excelencia. Existen acerca de esta cuestión, sin embargo, diversos malentendidos muy extendidos.

En primer lugar con referencia a la presencia de manganeso como impurezas de las fuentes de sílice. Una de las conclusiones de los análisis realizados sobre potenciales arenas vitrificables en el Mediterráneo por el equipo de Patrick Degryse ha sido confirmar la escasa presencia de manganeso en dichas arenas, alcanzando una concentración máxima de 0,29% MnO (muestra IT74)<sup>41</sup>. Teniendo en cuenta que, de acuerdo con Silvestri<sup>42</sup>, para tener un efecto apreciable sobre el color del vidrio, el ratio Mn:Fe debe de ser de al menos 2:1, creo razonable, como premisa metodológica, la propuesta de Brems y Degryse de situar el umbral del manganeso añadido de forma deliberada en 1% MnO, el del manganeso introducido como impureza con las fuentes de sílice en el 0,1% MnO, pudiendo interpretarse las cantidades intermedias como producto del reciclaje y la acumulación progresiva de manganeso en los vidrios<sup>43</sup>.

Por otro lado, el proceso que lleva al manganeso a anular las cualidades colorantes del hierro en el vidrio supone la oxidación del ion  $Fe^{+2}$  de hierro para su conversión en  $Fe^{+3}$ , pero este proceso no es automático, sino que depende de diversos factores. Por ejemplo, en condiciones oxidantes, el hierro presente en el vidrio adquirirá una coloración verdosa oscura o marrón, mientras que en condiciones reductoras el vidrio adquirirá una coloración verde pálida o azul. Estas coloraciones

<sup>41</sup> Brems, D. y P. Degryse. 2014. "Western Mediterranean sands for ancient glass making". En P. Degryse (ed) *Glassmaking in the Greco-Roman World*. Lovaina: Leuven University Press: 38.

<sup>42</sup> Silvestri, A., G. Molin, y G. Salviulo. 2005. "Roman and medieval glass from the Italian area: bulk characterization and relationships with production technologies". *Archaeometry* 47: 797-816; Silvestri, A. 2008. "The coloured glass from Iulia Felix". *Journal of Archaeological Science* 35: 1489-1501.

<sup>43</sup> Brems, D. y P. Degryse. 2014. "Western Mediterranean sands for ancient glass making". En P. Degryse (ed) *Glassmaking in the Greco-Roman World*. Lovaina: Leuven University Press: 38.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	343/807



pueden ser o no contrarrestadas por la adición de manganeso en función de diversas circunstancias como las cantidades implicadas, el tiempo de fusión (la oxidación del manganeso introducido de forma accidental en el vidrio como impureza puede llevar a la adopción de una coloración purpura), la presencia de otros elementos, como el azufre, etc.<sup>44</sup>. Por tanto, las cantidades de manganeso y hierro presentes en una muestra de vidrio son una guía insuficiente para explicar el color del mismo, siendo necesario emplear argumentos adicionales (muchos de ellos, como el empleo de la espectroscopia de Mössbauer, no está disponible para nuestras muestras)<sup>45</sup>. Un factor que puede resultar de ayuda en este sentido es la presencia de una correlación entre el manganeso y el bario en la pirolusita ( $\text{MnO}_2$ ) y la psilomelana ( $(\text{Ba},\text{H}_2\text{O})_2\text{Mn}_5\text{O}_{10}$ ), minerales añadidos históricamente a la composición del vidrio como decolorantes.

Regresando a Madīnat al-Zahrā y sus vidrios afines<sup>46</sup>, encontramos que casi la totalidad de los vidrios ricos en plomo analizados en esta sección (la única excepción es la muestra VS139 de Vascos<sup>47</sup>) presentan cantidades significativas de manganeso. Siguiendo a Cagno y colaboradores y Brems y Degryse<sup>48</sup>, vemos como la coloración de los vidrios que se encuentran por debajo del umbral de 1% MnO MA-ESP56 (color amarillo verdoso; 0,50% MnO; 0,91%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), Vascos VS932 (color verdoso; 0,88% MnO; 0,94%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), Vascos VS108 (color verde oscuro; 0,36% MnO; 1,31%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), Vascos VS139 (color azulado; 0,06% MnO; 0,64%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), COR13 (color amarillo

<sup>44</sup> Green, L. R. y F. A. Hart. 1987. "Colour and Chemical Composition in Ancient Glass: An Examination of some roman and wealden glass by means of ultraviolet-visible-infra-red spectrometry and electro microprobe analysis". *Journal of Archaeological Science* 14: 276-7.

<sup>45</sup> Pollard, M. y C. Heron. 2008. *Archaeological Chemistry*. 2<sup>nd</sup> ed. Cambridge: The Royal Society of Chemistry: 164-65.

<sup>46</sup> Nuestras propias muestras de Madīnat al-Zahrā quedarán excluidas de este análisis. La razón de esto es que las muestras no fueron extraídas por parte de los miembros del equipo del *The al-Andalus Glass Project*, que no tuvieron siquiera ocasión de ver las piezas de las que procedían las muestras para describirlas tipológicamente. La coloración a simple vista de los vidrios depende de gran cantidad de factores, como su grosor, el grado de saturación de los elementos colorantes, opacificantes, etc. y por esto resulta arriesgado establecer la coloración de un vidrio a partir simplemente de una muestra de <2 mm. Además, el vidrio no es un material necesariamente homogéneo, con lo que es imposible saber si la muestra es representativa del resto de la pieza. Finalmente, la coloración de algunas de las muestras publicadas por Duckworth y colaboradores tampoco está disponible por razones similares.

<sup>47</sup> De Juan, J. y N. Schibille. 2017. "Glass import and production in Hispania during the early medieval period: The glass from Ciudad de Vascos (Toledo)". *PlosOne* 12: 1-19.

<sup>48</sup> Cagno, S., K. Janssens y M. Mendera. 2008. "Compositional analysis of Tuscan glass samples: in search of raw material fingerprints". *Anal. Bioanal. Chem* 391: 1389-95; Brems, D. y P. Degryse. 2014. "Western Mediterranean sands for ancient glass making". En P. Degryse (ed) *Glassmaking in the Greco-Roman World*. Lovaina: Leuven University Press: 38.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	344/807





verdoso; 0,81% MnO; 0,79% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y COR19 (color amarillo verdoso; 1,00% MnO; 0,77% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), pueden todos considerarse coloraciones “naturales”, es decir, producto de la presencia de impurezas de hierro en las arenas. El color azulado de VS139 debe atribuirse a la presencia de una cantidad significativa de cobre, en cantidades que quizás indiquen el añadido deliberado de este elemento (0,72% CuO).

Con respecto al resto, tres muestras se presentan como incoloras (Córdoba COR10, Vascos VS123 y Vascos VS124). Aunque en sólo uno de ellos el manganeso supera de forma clara al hierro (Córdoba COR10: relación MnO:Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> de 2,82:1; en Vascos VS123 es de 0,96:1 y en Vascos VS124 de 1,02:1), el carácter incoloro de los otros dos puede quizás explicarse por la presencia de cantidades significativas de antimonio: 757 ppm y 418 ppm Sb respectivamente, que se traducen en 0.09% y 0.05% SbO, cantidades pequeñas pero que pueden haber contribuido a la oxidación de los iones de Fe<sup>+2</sup>. La presencia de antimonio en cantidades significativas (hasta un máximo de 824 ppm Sb en Vascos VS139) en estos vidrios<sup>49</sup> resulta llamativa, siendo esta, como veremos, una circunstancia mucho menos común de lo que cabría esperar en los vidrios andalusíes, dada las asunciones que se vienen haciendo acerca de la prevalencia de la práctica del reciclaje (al menos en lo que se refiere al reciclado de vidrio romano). En cualquier caso, la presencia del antimonio indica, con poco lugar a dudas, el uso de vidrio romano en la composición de estos vidrios, lo que resulta un tanto contradictorio con la atención que parece haberse prestado a la pureza de los mismos.

Significativamente, estos vidrios también presentan cantidades significativas de otras impurezas que también sugieren prácticas de reciclaje (impurezas que, incidentalmente aparecen también en los vidrios “verde y manganeso”), como por ejemplo el estaño.

En cualquier caso, en los casos restantes, la adición de manganeso parece haber tenido resultados cuando menos parciales, dado que el ratio Mn:Fe en Córdoba COR19 (1,29:1), MA-ESP66 (1,21:1) y Vascos VS054 (1,47:1) ha dado como resultado vidrios de una coloración amarillenta pálida en lugar de verde oscura o marrón como cuando el hierro presente en la muestra se mantiene como ion Fe<sup>+2</sup>.

<sup>49</sup> Las excepciones son BAE-253, en el que el antimonio se encuentra casi completamente ausente.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	345/807



Es probable que, en este caso, además de las dificultades que supone alcanzar conclusiones con respecto al color del vidrio apoyándonos prácticamente de forma exclusiva en el contenido en elementos mayores y menores (ver más arriba), nos encontremos con una variable añadida. Ya Duckworth y colaboradores anotaron la existencia de una correlación significativa (coeficiente de correlación 0,68) entre la alúmina y el manganeso, a la que cabe sumar una casi idéntica entre el hierro y el manganeso (coeficiente de correlación 0,67) en los vidrios pobres en plomo de Córdoba, correlación que no existía en los vidrios ricos en plomo<sup>50</sup>.

Aunque, como venimos diciendo, resulta poco recomendable otorgarle demasiada fiabilidad al contenido de elementos traza en los vidrios plomados, por la distorsión que en estos puede introducir el plomo, resulta interesante observar la correlación entre el manganeso y el bario. Estos dos elementos entran frecuentemente en el vidrio de forma conjunta en los minerales empleados como decolorantes, como veíamos más arriba. Si excluimos la muestra MAZ-154, cuyo contenido en manganeso es inusualmente elevado (2,65% MnO), encontramos una correlación Mn:Ba significativa (coeficiente de correlación: 0,76), mientras que no existe correlación  $Al_2O_3$ :MnO (coeficiente de correlación: 0,09).

Además de esto, nos encontramos con que la muestra que presenta un contenido más alto de manganeso (Córdoba COR17) de todo el conjunto que estamos analizando (4,28% MnO) es la única pieza incolora del subconjunto formado por los vidrios pobres en plomo encontrándose su contenido en hierro también entre los más altos de todo el conjunto (1,47%  $Fe_2O_3$ ). Recordemos que, durante la prospección geofísica desarrollada en Madīnat al-Zahrā los resultados relativos a la dispersión de manganeso no fueron tan concluyentes como los obtenidos con otros elementos debido a una mayor presencia de manganeso en la geología, que impedía apreciar los contrastes con las señales antrópicas con tanta claridad como con otros elementos, como el plomo y el cobre. De este modo, si las fuentes de sílice empleadas eran de origen local, como venimos asumiendo, es posible que estas hayan venido acompañadas de impurezas de manganeso superiores a las detectadas en las arenas

<sup>50</sup> Duckworth, C., R. Córdoba de la Llave, E.W. Faber, D.J. Govantes Edwards y J. Henderson. 2015. "Electron microprobe analysis of 9th-12th century Islamic glass from Córdoba, Spain". *Archaeometry* 57, 1: 36.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	346/807



costeras analizadas por Patrick Degryse. Esto también ayudaría a explicar el hecho de que los vidrios ricos en plomo (según esta interpretación producidos con mayor proporción de guijarros molidos, más pobres en impurezas), presenten una proporción promedio de manganeso significativamente menor (1,15% MnO) que los vidrios pobres en plomo (1,97% MnO).

Debemos, además, mantenernos abiertos a la posibilidad de que los contenidos en manganeso en ambos tipos tuviesen un origen distinto, y que las diferencias en el contenido de manganeso sean acaso un argumento adicional para sostener el uso de una fuente especialmente pura de silicio en los vidrios plomados.

En conclusión, caben pocas dudas acerca del carácter extraordinario de los vidrios de Madīnat al-Zahrā y de sus afines composicionales en otros yacimientos. No sólo carecen absolutamente de paralelos, sino que además presentan una gran coherencia composicional, lo que sitúa la caracterización del grupo fuera de toda sospecha. En conjunción con otros de los argumentos que hemos expuesto tanto en este capítulo como en el Capítulo 4, es plausible relacionar esta composición con otras actividades industriales que pueden haberse desarrollado en la ciudad de forma integrada. De acuerdo con esta idea, los desechos resultantes de la copelación de la galena serían aprovechados para enriquecer la producción de vidrios y vidriados, tanto con fines de economía como estéticos. En este sentido, y aunque los rangos composicionales son muy distintos, entre otras cosas por el empleo en estos casos de cenizas potásicas, sí encontramos prácticas paralelas, por ejemplo en Alemania y otras localizaciones en Centroeuropa<sup>51</sup>, en las que los residuos producto del beneficio de la plata eran integrados en la *chaîne opératoire* de la producción de vidrio. Cabe esperar que a medida que crece el número de muestras conocidas podremos definir de forma algo más precisa el alcance y distribución de estos vidrios.

<sup>51</sup> Wedepohl, K. H. y A. Baumann. 1997. "Isotope compositions of medieval lead glasses reflecting early silver production in Central Europe". *Mineralium Deposita* 32: 292-5. Mecking, O. 2013. "Medieval lead glass in central Europe". *Archaeometry* 55: 640-62.

### *Málaga. Siglos X-XIII.*

En esta sección trataremos con un conjunto de muestras de vidrio procedentes de dos intervenciones en la ciudad de Málaga, en c/Molina Lario y en c/Albert Camús<sup>52</sup>. Incluyen un conjunto bastante heterogéneo al representar una amplia variedad de tipologías, incluyendo una muestra de vidrio soplado identificado en un contexto de fecha emiral (MA-ESP 14) y otro de vidrio de ventana (MA-ESP27), diez muestras de vidrio soplado procedentes de contextos fechados entre los siglos X y XI (MA-ESP 16, MA-ESP17, MA-ESP18, MA-ESP21, MA-ESP22, MA-ESP23, MA-ESP24, MA-ESP 25, MA-ESP28 y MA-ESP71), un fragmento de pulsera procedente de un contexto fechado en época califal (MA-ESP09), dos fragmentos de vidrio soplado fechado entre los siglos XII y XIII (MA-ESP56, MA-ESP60 y MA-ESP65), y dos muestras correspondientes a restos de producción, fechadas en el siglo XII (MA-ESP57) y en el siglo XIII (MA-ESP70). Finalmente, el conjunto también incluye tres muestras de vidrio soplado que proceden de un contexto que en el informe de excavación se define sencillamente como “islámico” (MA-ESP10, MA-ESP12 y MA-ESP13), y un resto de producción hallado en los mismos contextos (MA-ESP11); el análisis conjunto de estas muestras con las listadas anteriormente quedará explicado en el transcurso de la sección.

Lo primero que puede destacarse en este conjunto es la presencia de un número considerable de vidrios que, a juzgar por los contenidos en magnesio y potasio deben ser caracterizados como vidrios de natrón ya que presentan contenidos por debajo del 1,5% en ambos elementos, además de una elevada concentración de sílice y cantidades bajas de fósforo, característica general de los vidrios producidos con fundentes minerales. Estos se corresponde mayoritariamente a la intervención en c/Molina Larios (de donde proceden una gran cantidad de muestras tardorromanas y de época bizantina analizadas en el Capítulo 2), aunque también aparecen algunas en la c/Albert Camús.

<sup>52</sup> Navarro, I. 1998. *Informe preliminar de la 3a fase de la intervención arqueológica en c/Molina Lario (Málaga) (Excavación arqueológica en la Plaza del Obispo)*. Informe de Excavación Inédito; Arancibia, A. 2014. *Memoria final de la A. A. P. en los entornos del Guadalmedina y Renfe de las líneas 1 y 2 del Metro de Málaga. 2010-2014*. Informe de excavación inédito.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	348/807



Procede, por tanto, comprobar si la composición de estos vidrios coincide con la de los grupos identificados en los niveles tardoantiguos de la c/Molina Larios (y aquellos procedentes del cercano yacimiento de c/Cister 3-c/San Agustín 4, que representa contextos arqueológicos muy similares). En caso de respuesta afirmativa podríamos categorizarlos sin demasiadas dudas como relictos de estos niveles desplazados a estratos más tardíos como consecuencia de la actividad constructiva desarrollada en el yacimiento en los primeros siglos de la Edad Media. Hasta 16 de las 22 muestras analizadas en esta sección pueden ser interpretadas como vidrios producidos con fundentes minerales.

Prácticamente la totalidad de estas muestras de vidrio pertenecen a algunos de los grupos composicionales de los que hablábamos en el Capítulo 2, siendo algunos de ellos característicos de época altoimperial, lo que da fe de la gran cantidad de intrusiones anteriores que presentaban estos rellenos. Así, MA-ESP11 (Molina Larios) pertenece al grupo que se caracteriza por presentar concentraciones relativamente elevadas de hierro (0,63%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) y manganeso (1,22%  $\text{MnO}$ ), pero que se encuentra casi ausente de titanio (0,004%  $\text{TiO}_2$ ), pudiendo destacarse el hecho de que se trata de un nódulo de vidrio en bruto, a diferencia de las muestras discutidas en el Capítulo 2, que procedían en su totalidad de productos terminados. MA-ESP12 (Molina Larios), MA-ESP15 (Molina Larios), MA-ESP18 (Molina Larios), MA-ESP28 (Molina Larios) y MA-ESP57, por su parte, son todos típicos vidrios levantinos. Resulta desafortunado que MA-ESP28 haya aparecido en un contexto secundario, al tratarse de un nódulo de vidrio en bruto, porque resulta el primero que se identifica en la ciudad de Málaga, resultando en cualquier caso muy similar a los vidrios levantinos identificados en este mismo yacimiento (MA-ESP20, MA-ESP47, MA-ESP48 y MA-ESP49 ) y que, en el Capítulo 2, asociábamos con el taller primario de Apolonia. MA-ESP13 (Molina Larios) es un típico vidrio HIMT, al igual que MA-ESP27 (Molina Larios) y MA-ESP16 (Molina Larios); MA-ESP22 (Molina Larios) pertenece al grupo Foy 2/Series2; MA-ESP24 (Molina Larios) y MA-ESP56 (Albert Camus) son vidrios decolorados con antimonio y sin indicios de reciclaje, lo que los hace no posteriores a mediados del siglo IV (ver Capítulo 2); MA-ESP25 pertenece al grupo Series 3.2; MA-ESP23 (Molina Larios), es un MAGBY con unas características muy afines a la del compacto grupo que describíamos

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	349/807



en el Capítulo 2. Planteábamos entonces la posibilidad de que todas aquellas muestras perteneciesen a la misma tanda de vidrio, lo que debe hacerse extensivo a la presente muestra, dada la similitud en el perfil químico que mantiene con éstas.

Todos estos vidrios, por tanto, presentan un perfil típicamente tardoantiguo, y no manifiestan en su composición química ninguna anomalía que permita especular con su reutilización posterior. Su presencia en niveles más tardíos que las cronologías que les corresponden por composición pueden, por tanto, atribuirse a factores tafonómicos, y su interpretación resulta poco compleja. Es, en cualquier caso, llamativa la presencia de una proporción tan alta de materiales antiguos y tardoantiguos en niveles medievales de la ciudad de Málaga, algo ya constatado por Duckworth y Govantes-Edwards<sup>53</sup>.

Las dos únicas muestras que plantean ciertas dudas son MA-ESP10 y MA-ESP14, ambas procedentes de Molina Larios (la primera está fechada en un contexto de cronología amplia, entre los siglos VIII y X, mientras que la segunda pertenece a un contexto más acotado, en este caso en el siglo X). Ambas presentan un perfil muy parecido, con una cantidad considerable de fundentes (19,28% y 20,54% Na<sub>2</sub>O respectivamente + 0,80% y 0,39% K<sub>2</sub>O respectivamente) y proporciones muy similares de alúmina (2,23% vs. 2,10% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), silicio (65,08% vs. 66,19% SiO<sub>2</sub>) y hierro (0,71% vs. 0,55% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Lo destacado de estas dos muestras es la presencia de considerables cantidades de plomo, detectadas por medio de LA-ICP-MS (3759 ppm y 3948 ppm Pb respectivamente), lo que parece indicar que han estado sometidos a algún proceso de reciclaje. MA-ESP14 también presenta una cantidad pequeña pero significativa de cobre (104 ppm Cu). No obstante, el perfil de estas muestras los identifica con cierta claridad como vidrios de natrón. Es posible apuntar la posibilidad de que estos vidrios fuesen reutilizados durante la época andalusí, si bien es imposible asegurarlo, especialmente teniendo en cuenta las características de los conjuntos y los contextos a los que se asocian.

Esto nos deja con un total de cinco muestras en los contextos fechados entre los siglos X y XII, incluyendo cuatro fragmentos de vidrio soplado, MA-ESP17 y MA-

<sup>53</sup> Duckworth, C. y D. Govantes-Edwards. En prensa. "Glass production in al-Andalus: new chemical data from Malaga". In J. L. Rider y R. Córdoba (eds) *Proceedings of Conference Technical Knowledge in Europe. 2015*.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	350/807



ESP21 de Molina Larios, MA-ESP60 y MA-ESP65 de Albert Camus<sup>54</sup> y una pulsera, MA-ESP9 (Albert Camus).

Si aplicamos los parámetros establecidos en la perspectiva general a las muestras de Málaga, encontramos que casi todas las muestras pueden ser asociadas a cenizas de plantas sódicas (Figuras 6.10 y 6.11; estas gráficas también incluyen los datos de los materiales analizados por Duckworth y Govantes-Edwards<sup>55</sup>), quedando solamente MA-ESP17 en duda, puesto que su posición se sitúa en la zona de solapamiento en la relación Mg:K<sub>2</sub>O y cerca de la línea de división que separa ambos grupos en la relación Cl:K<sub>2</sub>O. Así, tenemos que contemplar la posibilidad de que se produjese con cenizas similares, pero en una tanda con elevado potasio relativo, o que se produjese con una planta de álcalis mixtos con bajo contenido de potasio relativo. Las muestras MAL6 y MAL10 de Duckworth y Govantes-Edwards, sin embargo, rompen con esta pauta, presentando concentraciones muy elevadas de potasio (6,08% y 7,47% K<sub>2</sub>O respectivamente), aunque seguimos hablando de álcalis mixtos, dado que sus contenidos de sodio siguen siendo relativamente altos (16,44% y 13,01% Na<sub>2</sub>O respectivamente).

Pasando a la caracterización de las fuentes de sílice, la Figura 6.12 muestra la posición relativa de dichas muestras con respecto a los umbrales que adoptamos en nuestra panorámica general. Si bien es aventurado tratar de establecer pautas con un número tan pequeño de muestras, tres de estos vidrios (MA-ESP60, MA-ESP65 y MA-ESP71) (más la pulsera, que analizaremos más abajo), forman una línea de tendencia más o menos clara, aunque sus cantidades absolutas son muy distintas. Por un lado, la muestra MA-ESP21 presenta una lectura relativamente baja tanto de alúmina (1,73% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) como de hierro (0,50% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), mientras que MA-ESP60 y MA-ESP65 presentan cantidades moderadas de alúmina (2,47% y 2,44% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> respectivamente) y ligeramente bajas de hierro (1,08% y 1,08% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> respectivamente). Esta línea de

<sup>54</sup> El informe de excavación fecha el contexto en el que fue hallado MA-ESP65 en los siglos XII-XIII, si bien en principio vamos a tratarlo como si tuviese una cronología del XII, atendiendo al resto del conjunto, ya que en este yacimiento es la única muestra que puede alcanzar el siglo XIII, existiendo con posterioridad un hiato que se extiende hasta el siglo XVI.

<sup>55</sup> Duckworth, C. y D. Govantes-Edwards. En prensa. "Glass production in al-Andalus: new chemical data from Malaga". En J. L. Rider y R. Córdoba (eds) *Proceedings of Conference Technical Knowledge in Europe. 2015*. Los yacimientos de los que proceden estos materiales incluyen Alcazabilla, Sagrario y Aflijidos, todos ellos fechados entre los siglos X y XII.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	351/807





tendencia es coincidente con aquella mostrada por los vidrios analizados por Duckworth y Govantes-Edwards, lo cual resulta sospechoso, sobre todo teniendo en cuenta que esta incluye los abundantes vidrios de natrón incluidos en su muestra, con lo que es muy probable que nos encontremos ante un espejismo causado por la regularidad en los ratios Al:Fe. Esto parece verse confirmado por los resultados de elementos traza que se ilustran en la Figura 6.13, que arrojan perfiles muy dispares para estos tres vidrios.

Otra diferencia notable entre estas tres muestras es el alto contenido en plomo de MA-ESP65 (16,94% PbO), elemento que se encuentra ausente de MA-ESP17 y que tiene una presencia casi residual en MA-ESP60 (0,11% PbO).

La muestra restante, MA-ESP17, presenta un alto contenido en alúmina (3,69%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) y un bajísimo contenido en hierro (0,36%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), quedando completamente disociado de la línea de tendencia marcada por las otras muestras.

Volviendo a MA-ESP65, con el que abrimos el apartado de los colorantes, nos encontramos ante un vidrio muy atípico. Es de color verde esmeralda y completamente opaco (Figura 6.14), y de él se conservaban cuatro fragmentos. Como decíamos, el aspecto más destacado de su composición es su alto contenido en plomo (16,94% PbO), pero también hemos de subrayar una proporción notable de cobre (1,48% CuO). Este vidrio resulta muy similar a dos de las muestras analizadas por Carmona y colaboradores: PX-5 y PX-7 (especialmente este último) (las composiciones comparadas de estos vidrios se muestran en la Tabla 6. 3)<sup>56</sup>. Desafortunadamente, los datos de elementos traza correspondientes a las muestras murcianas no se encuentran disponibles, con lo que no es posible establecer la comparación con la de MA-ESP65.

<sup>56</sup> Carmona, N., M. A. Villegas, P. Jiménez, J. Navarro, M. García-Heras. 2009. "Islamic glasses from al-Andalus. Characterisation of materials from a Murcian workshop (12th century AD, Spain)." *Journal of Cultural Heritage* 10: 439-45.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	352/807



	Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cl	K <sub>2</sub> O	CaO	MnO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CuO	PbO
<b>MA-ESP 65</b>	15,41	3,66	2,47	46,00	0,27	1,05	1,50	3,85	0,20	1,08	1,48	16,94
<b>Px-5</b>	9,81	2,02	3,89	45,00	0,10	0,85	1,11	4,60	0,11	0,46	4,22	27,18
<b>Px-7</b>	14,34	3,02	1,90	51,21	0,13	0,76	1,83	4,91	0,07	2,25	2,04	17,08

Tabla 6.3. Comparación de las proporciones de elementos mayores en la composición de los vidrios MA-ESP65 (Málaga), Px-5 y Px-7 (Puxmarina, analizada por Carmona y colaboradores).

Estos vidrios aparecen descritos en la publicación como “verde esmeralda”, lo que coincide con nuestra muestra, si bien no se menciona si son transparentes, translúcidos u opacos. Aunque resulta arriesgado establecer correlaciones con sólo tres muestras (máxime teniendo en cuenta que el análisis de la muestra MA-ESP65 por EMPA no estuvo exenta de problemas, arrojando un resultado total de 93,92% - cuando en condiciones analíticas ideales debe ser 100%), el coeficiente de correlación CuO:PbO en estos tres vidrios es de 0,98, lo que refuerza la idea de Carmona y colaboradores de que estos dos elementos entraron a formar parte del vidrio dentro de la misma materia prima. Esta materia prima sería probablemente un componente de plomo en estado metálico. Esto hace bastante plausible que los vidrios correspondientes a la muestra MA-ESP65 procedan del taller murciano de Puxmarina (asumiendo que Px-5 y Px-6 eran producciones del mismo, aunque debe mantenerse abierta la posibilidad de que hubiesen sido llevados hasta allí para su refundición, habiendo sido producidos en otro lugar). A favor de esta idea está no sólo la evidencia química, sino también la coincidencia en la coloración (posiblemente producto del contenido en cobre, actuando el plomo como opacificante) y la cronología de ambos hallazgos (siglo XII).

Por otro lado, MA-ESP21 es un vidrio incoloro, posiblemente como consecuencia del añadido intencionado de manganeso (1,54% MnO), cuya relación con las impurezas de hierro (0,50% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) es por tanto de 3,08:1, muy por encima del umbral 2:1 establecido por Silvestri y colaboradores. En MA-ESP60, entretanto, el

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	353/807



manganeso parece estar presente en el vidrio como impureza (0,19% MnO), la coloración verdosa pálida del vidrio siendo consecuencia del contenido en hierro (0,80% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Esta última muestra también presenta una cantidad pequeña pero significativa de plomo (0,11% PbO), lo que quizás esté indicando que el vidrio puede haber estado sometido a prácticas de reciclaje.

Para finalizar con la pulsera MA-ESP09, comenzaremos por recordar como este tipo de abalorios de vidrio han sido potencialmente identificados por Duckworth y colaboradores como el puerto final del ciclo de la vida del vidrio, es decir, un tipo de objetos que, por haber sido sometido a múltiples ciclos de reciclaje, ha ido acumulando impurezas, sobre todo en la forma de metales pesados, haciéndolos menos dúctiles y por tanto no aptos para el soplado. Estas piezas pueden trabajarse a temperaturas relativamente bajas<sup>57</sup>. Esta interpretación se fundamenta en la presencia en la composición química de los vidrios de diversos elementos, sobre todo colorantes como el cobalto y el cobre, decolorantes como el antimonio, y opacificantes como el estaño y el plomo, en cantidades que no pueden interpretarse como indicio de añadido deliberado, sino como resultado de su acumulación en el transcurso de varios ciclos de fusión en los que estos elementos tomaran parte.

El caso de MA-ESP09, sin embargo, no responde a este patrón, por presentar cantidades reducidas de estos elementos (9 ppm Co; 15 ppm Cu; 1 ppm Sn; y 6 ppm Pb; estando ausente el antimonio). Además, los datos a nuestra disposición no terminan de explicar el origen de su coloración negra. En el capítulo 2 hacíamos breve mención a la tradición romana de producción de vidrios negros por saturación de hierro<sup>58</sup>. El contenido en hierro de MA-ESP09 (0,89% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) es, sin embargo, manifiestamente insuficiente para causar este efecto; otra variable que puede causar este efecto es la saturación por manganeso (e. g. muestra TSG002 de Fazzan: 7,42%

<sup>57</sup> Duckworth, C., D. J. Mattingly, S. Chenery y V. Smith. 2016. "End of the Line? Glass Bangles, Technology, Recycling, and Trade in Islamic North Africa". *Journal of Glass Studies* 58: 135-69

<sup>58</sup> En realidad, cuando nos referimos a vidrio negro estamos empleando un término de conveniencia, porque el aspecto que tienen estos vidrios a simple vista es negro, pero en realidad esto es producto de la saturación de los elementos colorantes y opacificantes y del propio grosor de la pieza. La aplicación de una luz transmitida, o cuando se extraen muestras de pequeño grosor, permite apreciar que en realidad su coloración es verde, marrón o incluso púrpura. Van der Linden, V., P. Cosyns, O. Schalm, S. Cagno, K. Nys, K. Janssens, A. Nowak, B. Wagner y E. Bulska. 2009. "Deeply coloured and black glass in the northern provinces of the Roman Empire: Differences and similarities in chemical composition before and after AD 150". *Archaeometry*: 822 -44.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	354/807



MnO<sup>59</sup>), lo que también debe descartarse, ya que la cantidad de manganeso presente en la muestra (0,04% MnO) es insuficiente y parece claro que entró en el vidrio como impureza con la fuente de sílice. Es probable, por tanto, que la coloración sea producto de la interacción del hierro con el azufre<sup>60</sup>, si bien los datos con los que contamos no nos permiten tener la certeza.

Sumado a esto, como ilustra la Figura 6.13, el perfil de elementos traza de MA-ESP09 resulta comparable con el de MA-ESP60, aunque existen algunas discrepancias, en lo que se refiere a su contenido en titanio y vanadio, y en menor medida de bario. Esto podría estar indicando el uso de fuentes de sílice similares.

### *Murcia. Siglos IX-XII.*

Las muestras que vamos a proceder a analizar a continuación proceden del taller de Puxmarina de Murcia, al que hemos hecho constante referencia en el transcurso de esta tesis. El taller estuvo activo durante el siglo XII, y sus hornos parecen haber producido vidrios de distintos tipos y naturalezas, incluyendo, probablemente, espejos plomados y vidrio arquitectónico (ver Capítulo 4)<sup>61</sup>. Un total de 36 muestras procedentes del taller fueron analizadas (OM, XRF, SMEN-FESEM-EDX, UV/VIS) por Carmona y colaboradores<sup>62</sup> y seis de ellas fueron re-analizadas en el contexto del *The al-Andalus Glass Project* (MU-ESP16, MU-ESP17, MU-ESP18, MU-ESP19, MU-ESP20 y MU-ESP21 – que se corresponden respectivamente con las muestras Px-1, Px-2, Px-3, Px-9, Px-14 y Px-19).

Además de esto, también serán analizados los resultados de una muestra procedente del taller de Belluga (MU-ESP01), fechada en el siglo IX (fue identificada en

<sup>59</sup> Duckworth, C., D. J. Mattingly, S. Chenery y V. Smith. 2016. "End of the Line? Glass Bangles, Technology, Recycling, and Trade in Islamic North Africa". *Journal of Glass Studies* 58: 161.

<sup>60</sup> Green, L. R. y F. A. Hart. 1987. "Colour and Chemical Composition in Ancient Glass: An Examination of some roman and wealden glass by means of ultraviolet-visible-infra-red spectrometry and electro microprobe analysis". *Journal of Archaeological Science* 14: 271-82.

<sup>61</sup> Jiménez, P., J. Navarro y J. Thiriot. 1998. "Taller de vidrio y casas Andalusíes en Murcia. La excavación arqueológica del Casón de Puxmarina". *Memorias de Arqueología* 13: 419-58

<sup>62</sup> Carmona, N., M. A. Villegas, P. Jiménez, J. Navarro y M. García-Heras. 2009. "Islamic glasses from al-Andalus. Characterisation of materials from a Murcian workshop (12<sup>th</sup> century AD, Spain)." *Journal of Cultural Heritage* 10: 439-45.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	355/807



las capas que antecedían a la fundación del taller)<sup>63</sup>; dos muestras procedentes de una zona residencial excavada en c/Pascual, también en Murcia (MU-ESP08 y MU-ESP09), fechadas en los siglos X y XI; y ocho muestras procedentes de esta misma intervención (MU-ESP02, MU-ESP03, MU-ESP04; MU-ESP05; MU-ESP12; MU-ESP13, MU-ESP14 y MU-ESP15), fechadas entre la primera mitad del siglo XII y la primera mitad del siglo XIII<sup>64</sup>.

En lo que se refiere a los fundentes (figuras 6.15 y 6.16), tenemos por un lado un grupo bien definido, que incluye todas las muestras con excepción de MU-ESP01 y MU-ESP02, y que forma una clara línea de tendencia en la región de nuestro Grupo Fundentes 2, con cantidades bajas de potasio (entre 1,33% y 3,42 K<sub>2</sub>O), lo que permite asumir el uso de cenizas de plantas ricas en sodio en su producción, algo en lo que coinciden con los vidrios de Málaga en estas mismas cronologías.

MU-ESP02 (c/Pascual) es, por su parte, un vidrio de natrón, como indican sus bajas cantidades en magnesio (0,32% MgO) y potasio (0,44% K<sub>2</sub>O), si bien es necesario tomar estos datos con cierta precaución, dado que los resultados totales del análisis por microsonda de electrones arrojó un resultado total de 86,53%, lo que hace que los resultados no sean tan fiables como resultaría deseable. No obstante, parece poco probable que una desviación tan acusada pueda responder a un error analítico.

MU-ESP01 (Belluga), entretanto, resulta completamente anómalo en lo que se refiere al contenido en potasio (15,67% K<sub>2</sub>O) y es, de hecho, la muestra con mayor contenido de potasio de todas las analizadas en el contexto del *The al-Andalus Glass Project*. No he encontrado paralelos para este vidrio. El único cuya composición resulta moderadamente comparable es una muestra (A09 – 18,45% K<sub>2</sub>O) perteneciente a una colección de vidrios centroeuropeos fechados en el siglo IX y analizados por Galuska y colaboradores<sup>65</sup>. Las diferencias entre MU-ESP02 y esta muestra, sin embargo, son lo suficientemente enfáticas para descartar con cierta seguridad la posible filiación entre ambas. Especialmente, la muestra murciana, a pesar de presentar un contenido tan

<sup>63</sup> Jiménez, P, J. Navarro y J. Thiriot. 1998. "Taller de vidrio y casas Andalusíes en Murcia. La excavación arqueológica del Casón de Puxmarina". *Memorias de Arqueología* 13: 419-58.

<sup>64</sup> Jiménez, P. y M. Pérez. 2005. *Memoria de la excavación arqueológica en la c/Pascual N° 10 (Murcia)*. Informe de excavación inédito.

<sup>65</sup> Galuska, L., J. Machacek, K. Pieta y H. Sedlackova. 2012. "The glass of Great Moravia: vessel and window glass, and small objects". *Journal of Glass Studies* 54: 61-92.



elevado de potasio, presenta un cantidad considerable de sodio (6,83% Na<sub>2</sub>O), lo que indica el uso de cenizas mixtas, mientras que la muestra centroeuropea carece de sodio casi por completo (0,72% Na<sub>2</sub>O) lo que sugiere el uso de cenizas potásicas (producidas a partir de helechos o madera de haya, por ejemplo). A09 también presenta un contenido mayor de magnesio (4,08% vs. 3,08% MgO) y calcio (16,24% vs. 12,49% CaO), también indicativo del uso de cenizas distintas (las cenizas producidas con madera de haya se caracterizan por presentar altísimas concentraciones de calcio<sup>66</sup>), además de manganeso (1,05% vs. 0,40%) (en el que las cenizas de madera de haya son también más ricas) y hierro (1,78% vs. 0,31% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

No debemos olvidar que la muestra se fecha en una época muy temprana, posiblemente muy poco después de la fundación de la ciudad y probablemente antes de que se estableciesen talleres vidrieros en la misma. Es por tanto muy plausible que este sea un producto importado, aunque es imposible, dada la falta de paralelos, establecer su procedencia. El carácter anómalo de la muestra resulta especialmente destacado en Murcia, que se encuentra en la cercanía de importantes zonas salineras, en las que pueden encontrarse diversas variedades de plantas halófitas (sódicas), indicadas para la producción de vidrio, por ejemplo en las salinas de San Pedro del Pinatar, de donde proceden algunas de las plantas empleadas en varios de los experimentos desarrollados en conexión con el *The al-Andalus Glass Project*<sup>67</sup>.

En lo que se refiere a la fuente de sílice (Figura 6.17) las muestras arrojan unos datos muy poco estructurados. Nos encontramos con un racimo formado por cinco muestras MU-ESP04, MU-ESP05 y MU-ESP 12 (c/Pascual), y MU-ESP18 y MU-ESP19 (Puxmarina) con unas lecturas relativamente bajas de alúmina y hierro. Dos de estas muestras, MU-ESP12 (c/Pascual) y MU-ESP18 (Puxmarina), presentan idénticas lecturas de alúmina (1,75% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y hierro (0,75% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Otra muestra (MU-ESP15, c/Pascual), presenta unas lectura algo más altas (1,91% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 1,23% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), pero que

<sup>66</sup> Rasmussen, S. C. 2012. *How Glass Changed the World. The History and Chemistry of Glass from Antiquity to the 13th Century*. Nueva York: Springer: 38.

<sup>67</sup> Govantes-Edwards, D., C. Duckworth y R. Córdoba. 2016. "Recipes and experimentation: the transmission of glassmaking techniques in Medieval Iberia". *Journal of Medieval Iberian Studies* 8: 176-95; Pearson, J. *Text, transformation and practice. Experimental experience and the archaeology of glassmaking in medieval Spain*. Tesis de máster inédita.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	357/807



se sitúan en la línea de tendencia presentada por este racimo, con lo que vamos a mantener en mente la posibilidad de agruparlas.

Las muestras MU-ESP08 (fecha en niveles de los siglos X y XI) y MU-ESP03 (fecha en el siglo XII) (ambas procedentes de c/Pascual) presentan niveles aún más bajos tanto de alúmina (1,11% y 0,84%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  respectivamente) como de hierro (0,46% y 0,40%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  respectivamente), lo que las sitúa entre los valores más bajos de la población total de muestras. Estos vidrios, especialmente MU-ESP03, presentan grandes similitudes con unos vidrios analizados por Henderson y colaboradores en al-Raqqa (muestras 26, 182, 227, 233 y 257)<sup>68</sup>. La tabla 6.4 compara los promedios de estos vidrios con los contenidos en MU-ESP03.

	Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cl	K <sub>2</sub> O	CaO	MnO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CuO	PbO	TiO <sub>2</sub>
MU-ESP03	12,51	3,55	0,84	66,22	0,30	0,97	2,82	10,78	0,36	0,40	0,01	0,02	0,16
Raqqqa	13,20	3,49	1,14	66,16	0,29	0,87	2,62	10,64	0,74	0,45	0,01	0,00	0,06

Tabla 6.4. Comparación de las composiciones de elementos mayores (incluyendo el titanio) de la muestra MU-ESP03 con el promedio de las composiciones de cinco muestras procedentes de al-Raqqqa.

La tabla expresa con claridad la afinidad composicional entre estas muestras. Dos de estas muestras de al-Raqqqa (26 y 182) están fechadas a principios del siglo IX, y las restantes en el siglo XI. En ausencia de los datos correspondientes a los elementos traza en las muestras de Henderson y colaboradores, resulta arriesgado llevar este paralelo más lejos, pero debe contemplarse la posibilidad de que estas muestras sean importaciones del Próximo Oriente.

Aparte de esto, las muestras MU-ESP1 (Belluga) (el vidrio potásico del que hablábamos con anterioridad) y MU-ESP13 (c/Pascual) presentan una concentración moderada de alúmina (2,62% y 2,72%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  respectivamente) y bajas de hierro (0,31% y 0,68%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  respectivamente). Además, tenemos un conjunto poco compacto de muestras, incluyendo MU-ESP02 (3,77%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y 1,69%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) y MU-ESP14 (3,97%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y 1,23%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) (c/Pascual), MU-ESP16 (4,25%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y 0,92%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), MU-ESP17 (3,65%

<sup>68</sup> Henderson, J., S. D. McLoughlin y D. S. McPhail. 2004. "Radical changes in Islamic glass technology: evidence for conservatism and experimentation with new glass recipes from early and middle Islamic raqqqa, Syria". *Archaeometry* 46: 439-68.





$\text{Al}_2\text{O}_3$  y 1,03%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), MU-ESP20 (3,66  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y 0,53%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) y MU-ESP21 (4,12%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y 1,18%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) (Puxmarina) con contenidos de hierro y alúmina muy variables. Finalmente, MU-ESP09 (c/Pascual), destaca por su elevadísimo contenido en alúmina (5,56%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) y su elevado contenido en hierro (1,74%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).

Si observamos los datos referidos a los elementos traza, encontramos que estas dos agrupaciones en base a la relación Al:Fe se mantienen. La figura 6.18 presenta los resultados para las muestras MU-ESP04, MU-ESP05, MU-ESP12, MU-ESP18 y MU-ESP19, que muestran un perfil muy similar, con la salvedad de una pequeña discrepancia de MU-ESP04 con respecto al bario. Por su parte, la Figura 6.19 muestra los perfiles de las muestras MU-ESP02, MU-ESP16, MU-ESP14, MU-ESP17, MU-ESP20 y MU-ESP21, donde podemos ver que las muestras de nuevo presentan un perfil similar, con la salvedad de las pequeñas discrepancias que MU-ESP02 muestra con respecto al vanadio y el hafnio. Parece por tanto justificado mantener agrupados estos conjuntos de muestras, que provisionalmente denominaremos Murcia 1 y Murcia 2. Los dos grupos no son, sin embargo, del todo disimilares, como se refleja en la figura 6.20, que expresa las composiciones promedio en ambos grupos (hay que tener en cuenta que la concentración de estroncio puede verse afectada no sólo por las características de las arenas, sino también por la de las cenizas, al acompañar frecuentemente al calcio, que forma parte substancial de la composición de las mismas). Vemos que las diferencias son más de términos absolutos que de tendencias generales, lo que puede estar relacionado con la cantidad de sílice introducida en cada tanda primaria de vidrio.

Finalmente la figura 6.21 ilustra los contenidos en elementos traza de las tres muestras restantes (MU-ESP03, MU-ESP08 y MU-ESP15) y los compara con la de los dos grupos que acabamos de establecer. La figura ilustra una clara afinidad de las muestras MU-ESP08 y MU-ESP15 con el grupo Murcia 1 (recordemos que sus diferencias en términos Al:Fe con las muestras asignadas a este grupo inicialmente resultan poco acusadas), destacando nuevamente la naturaleza anómala de la muestra MU-ESP03.

Con respecto a la coloración de estos vidrios, debemos destacar el hecho de que sólo en dos de ellos (MU-ESP08 y MU-ESP19) encontramos concentraciones de manganeso que puedan atribuirse a una práctica deliberada (1,03% y 1,05% MnO

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	359/807



respectivamente), pero en ambos casos esto parece haberse hecho esto con poco éxito, dado que ambos vidrios presentan una coloración “natural” (verde en el caso de MU-ESP08 y ámbar oscuro en el caso de MU-ESP19) a pesar de que la ratio Mn:Fe es a priori suficiente, de 2,23:1 y 2:1 respectivamente. El resto de las muestras presenta concentraciones bajas de manganeso (entre 0,00% y 0,64% MnO), que pueden en algunos casos ser atribuidas a la presencia de impurezas en la fuente de sílice empleada, y sus coloraciones deben, por tanto ser consideradas “naturales”. MU-ESP19 se describe en la base de datos como “incolora” (0,58% MnO y 1,18% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), pero la muestra no fue extraída por los integrantes del *The al-Andalus Glass Project*, sino que es el resto de una de las muestras analizadas previamente por Carmona y colaboradores.

Carmona y colaboradores también sugerían que el elemento responsable de la coloración amarilla pálida con tonos metálicos presente en algunas de las muestras era producto de la presencia de 0,05-0,5% AgO<sup>69</sup>, si bien no estamos en condiciones de corroborar esta afirmación con nuestras muestras, ya que no contamos con los correspondientes datos.

### *Jaén. Siglo XIII.*

El conjunto de vidrios que vamos a analizar a continuación resulta de especial interés por dos circunstancias. Primero, es el resultado de la excavación de una zona de producción; segundo, los niveles del mismo se sitúan en el siglo XIII, es decir, poco después de la conquista cristiana de Jaén, lo que nos ofrece la oportunidad de examinar la práctica de la producción de vidrio en una zona cristiana aún con notable presencia e influencias andalusíes. Esta zona productiva se identificó en c/Fernando IV esquina con c/Hornos Caños (el nombre de la calle acaso haga referencia a la presencia

<sup>69</sup> Carmona, N., M. A. Villegas, P. Jiménez, J. Navarro, M. García-Heras. 2009. “Islamic glasses from al-Andalus. Characterisation of materials from a Murcian workshop (12th century AD, Spain).” *Journal of Cultural Heritage* 10: 444.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	360/807



de instalaciones industriales en el entorno), colindando al exterior de la muralla construida por los cristianos tras la toma de la ciudad<sup>70</sup>.

El conjunto incluye un total de catorce muestras (JA-ESP01, JA-ESP02, JA-ESP03, JA-ESP04, JA-ESP05, JA-ESP08, JA-ESP09, JA-ESP10, JA-ESP11, JA-260, JA-261, JA-262, JA-263 y JA-264). Todas las muestras corresponden a objetos de vidrio soplado.

En lo que se refiere a los fundentes (ver figuras 6.22 y 6.23), este grupo resulta claramente distinto de los que hemos visto hasta ahora. En primer lugar, la proporción de vidrios con alto contenido en potasio es notable (JA-ESP01: 5,25%; JA-ESP02: 9,34%; JA-ESP04: 10,08%; JA-ESP05: 9,23%; JA-ESP09: 7,48%; JA-ESP11: 12,76%; JA-261: 12,79%; JA-263: 5,28% K<sub>2</sub>O; esto es, ocho muestras de catorce). Todos ellos pueden considerarse vidrios producidos con álcalis mixtos, ya que la proporción de sodio no baja del 9,98% (en JA-ESP11), la lectura más baja del conjunto, pero si merece destacarse el hecho de que el potasio supera el 10% hasta en tres de estos vidrios. En términos de ratio Na<sub>2</sub>O:K<sub>2</sub>O nos encontramos con una variabilidad considerable, entre 0,78:1 y 6,53:1. De todos los conjuntos que estamos analizando, este es el que presenta el contenido promedio más alto de potasio, con 6,65% K<sub>2</sub>O.

Aparte de un contenido mayor en sodio (17,79% vs. 13,91% Na<sub>2</sub>O) y magnesio (5,06% vs. 3,78% MgO) en los vidrios que se agrupan con nuestro Grupo Fundentes 2 con respecto a los que se agrupan en nuestro Grupo Fundentes 1, no existen diferencias apreciables entre los miembros de ambos grupos, lo que parece confirmar que ambos eran producidos siguiendo procedimientos similares, si bien empleando cenizas distintas. Aunque la muestra es demasiado pequeña para sacar conclusiones excesivamente aventuradas, tampoco se aprecian pautas en las coloraciones o formas, lo que sugiere que el uso de unas u otras cenizas no respondía a criterios de selección deliberada, sino que posiblemente tuviese que ver con la disponibilidad de las plantas en distintas épocas del año u otras circunstancias de abasto. Recordemos que, estando situada en las faldas de las primeras estribaciones de la meseta, Jaén tiene una posición interior en la que el acceso a especies halófitas sería mucho más difícil que, por ejemplo, en Murcia o Málaga, especialmente la primera, cuya zona costera es rica

<sup>70</sup> Crespo Kayser, A. 2005. "Intervención arqueológica preventiva en calle de Fernando IV esquina con calle Hornos Caños de Jaén". *Anuario Arqueológico de Andalucía* 2006: 2649-2661.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	361/807



en salinas<sup>71</sup>. Así, parece bastante probable que se empleasen especies ricas en potasio como el lentisco (*Pistacia lentiscus*), también empleada en la producción de jabón.

El carácter local de los abastos también parece extenderse a la composición de las arenas (Figura 6.24), en la que las muestras, independientemente del contenido de cada muestra en potasio, forman un grupo muy compacto y con una línea de tendencia relativamente nítida, lo que indica el uso de una sola fuente de silicio (los promedios de alúmina y hierro presentan diferencias insignificantes entre los dos grupos: Grupo Fundentes 1: 2,51%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 0,70%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; Grupo Fundentes 2: 2,55%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 0,75%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Esta línea de tendencia atraviesa las dos líneas que, en base a los umbrales propuestos por Cagno y colaboradores, separan los guijarros de las arenas “limpias” y estas de las “sucias”, si bien es cierto que las tres muestras que presentan valores más bajos de hierro, JA-ESP02 (0,45%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), JA-ESP05 (0,45%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) y JA-260 (0,49%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) se sitúan prácticamente sobre la primera de estas líneas. Teniendo en cuenta que los umbrales adoptados en este trabajo son los máximos, parece indicar que la fuente de sílice empleada por los vidrieros del horno de Jaén son arenas relativamente puras.

La Figura 6.25 muestra como esta regularidad en las composiciones de los elementos que se incorporan al vidrio con la sílice se extiende también a los elementos traza. Como puede apreciarse, las muestras presentan un perfil muy similar, excepto en lo que se refiere a los valores de estroncio y bario. Ya hemos comentado con anterioridad que los niveles de estroncio pueden verse afectados por los de las cenizas vegetales empleadas en la producción del vidrio, siendo este un elemento que se encuentra frecuentemente asociado al calcio, pero los niveles de bario han de atribuirse de forma primaria, si no exclusiva, a las arenas. En este caso, esto parece verse confirmado por el coeficiente de correlación existente entre este elemento y el hierro (0,69). No obstante, el hecho de que esta sea la única discrepancia me lleva a mantener la idea de la afinidad de las arenas empleadas en la producción de estos vidrios, si bien con el uso de facies más y menos maduras (quizás en respuesta a su

<sup>71</sup> Rasmussen, S. C. 2012. *How Glass Changed the World. The History and Chemistry of Glass from Antiquity to the 13th Century*. Nueva York: Springer: 38.

exposición a las dinámicas erosivas). Nos referiremos a este grupo de forma provisional como Jaén.

Ninguno de estos vidrios presenta trazas significativas de elementos colorantes ni opacificantes (el contenido en plomo en ningún caso supera el 0,07% PbO, en la muestra JA-ESP09, que también presenta 149 ppm Sn, lo que también ha de considerarse como producto de la entrada de impurezas en la tanda, posiblemente con las arenas), pero varios presentan potenciales indicios de añadido deliberado de manganeso: JA-ESP03 (1,42% MnO), JA-ESP08 (1,10%), JA-ESP10 (1,07%) y JA-ESP261 (1,04% MnO) y JA-264 (1,35% MnO), y potencialmente también JA-ESP11 (0,97% MnO). No obstante, los intentos de decolorar estos vidrios no siempre resultaron exitosos ya que sólo una de estas muestras, JA-264 (la relación Mn:Fe es 1:70:1), es incolora, mientras que JA-ESP03 y JA-ESP10 son verde pálido y JA-261 azul muy pálido, lo que quizás indique una reacción parcial, pero no completa. Las restantes muestras presentan una coloración natural, si bien en muchos casos las coloraciones son muy tenues, porque el conjunto, en general, presenta valores bajos de hierro (0,72% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

#### *Málaga. Siglos XIII-XIV.*

El siguiente conjunto de vidrios que vamos a proceder a analizar es un grupo extremadamente misceláneo, pero al mismo tiempo de enorme interés, especialmente habida cuenta las grandes cantidades de vidrio romano que hemos logrado identificar en nuestros yacimientos. En concreto, se trata de una colección de siete muestras (MA-ESP59, MA-ESP62, MA-ESP63, MA-ESP64, MA-ESP67, MA-ESP68 y MA-ESP72). Todas corresponden a piezas de vidrio soplado, pero son muy diferentes entre sí. MA-ESP59 es un fragmento de copa de color verde pálido, mientras MA-ESP62 es un fragmento de vidrio soplado negro opaco; MA-ESP63 es un fragmento de base de color azul turquesa; MA-ESP64 un fragmento de una pequeña forma de color azul “aqua” pálido; MA-ESP67 un fragmento de cuerpo de color amarillo pálido; MA-ESP68 un fragmento amarillo pálido con tonos metálicos; y MA-ESP72 un fragmento de cuerpo extremadamente fino y de color verde intenso. Todos ellos fueron identificados en la

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	363/807



excavación desarrollada por Ana Arancibia en la c/Albert Camus, en los niveles correspondientes a los siglos XIII y XIV<sup>72</sup>.

Lo primero que llama la atención de este conjunto de vidrios es de nuevo la presencia de vidrios de natrón (MA-ESP62) (recordemos que la excavación de los niveles anteriores de este mismo yacimiento había dado ya como resultado el hallazgo de MA-ESP56 y MA-ESP57). Que se trata de un vidrio de natrón ofrece poco lugar a la duda, presentando un contenido de magnesio de 0,68% MgO y de potasio de 0,99% K<sub>2</sub>O. Sin embargo, se trata de una pieza de un recipiente (ver Figura 6.26), lo que resulta muy inusual para este tipo de vidrio negro. Lo más probable es que pueda asociarse a una de las Formas IV (quizás IVD2:2) de Peter Cosyns, fechada entre finales del siglo IV y el siglo V, caracterizadas por su grosor (las paredes de MA-ESP62 tienen un grosor considerable – 4-5 mm), habiendo sido moldeadas con ayuda de una varilla metálica<sup>73</sup>. Aunque su contenido en hierro es más bajo (4,53% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) que los de algunos especímenes presentados por Van der Linden y colaboradores<sup>74</sup>, parece bastante probable que la coloración de este espécimen se consiguiese mediante saturación de hierro. Esta muestra debe, por tanto, considerarse un relicto (no ofrece indicaciones de haber sido mezclado con otros vidrios) y quedará así excluida del resto del análisis de este grupo.

Pasando al resto de los vidrios que conforman este conjunto, en lo que se refiere a la composición de los fundentes, nos volvemos a encontrar con un cuadro muy similar al que presentaban los vidrios de Málaga fechados en épocas anteriores, dentro del grupo de los vidrios producidos con cenizas vegetales (ver figuras 6.27 y 6.28, donde también se plotean los vidrios malagueños fechados entre los siglos X y XII, con fines comparativos). Cuatro de las muestras caen aproximadamente en la línea central de nuestro Grupo Fundentes 2, mientras que sólo uno MA-ESP64, entra, en ambas gráficas, en la zona que hemos asociado a nuestro grupo Fundentes 1, si bien su

<sup>72</sup> Arancibia, A. 2014. *Memoria final de la A. A. P. en los entornos del Guadalmedina y Renfe de las líneas 1 y 2 del Metro de Málaga. 2010-2014*. Informe de excavación inédito.

<sup>73</sup> Cosyns, P. 2011. *The production, distribution and consumption of black glass in the Roman Empire during the 1<sup>st</sup>-5<sup>th</sup> century AD. An archaeological, archaeometric and historical approach*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Bruselas: 70-7.

<sup>74</sup> Van der Linden, V., P. Cosyns, O. Schalm, S. Cagno, K. Nys, K. Janssens, A. Nowak, B. Wagner y E. Bulska. 2009. "Deeply coloured and black glass in the northern provinces of the Roman Empire: Differences and similarities in chemical composition before and after AD 150". *Archaeometry*: 822-44.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	364/807



contenido en potasio (5,05%  $K_2O$ ) no es lo suficientemente alto como para que pueda abandonarse toda reserva. En general, por tanto, nos encontramos ante un panorama general similar al presentado por siglos anteriores, con el uso mayoritario, si no único, de especies ricas en sodio y con contenidos moderados de potasio. Es llamativo el estrecho rango en el que se mueve el cloro entre las muestras correspondientes al Grupo Fundentes 2 (entre 0,96% y 1,05% Cl). Es también interesante constatar que en este caso el ratio Na:K resulta mucho más estrecho que aquellos a los que estamos acostumbrados, oscilando entre 3,01:1 (MA-ESP64) y 6,41:1 (MA-ESP59), y lo es aún más si excluimos la muestra MA-ESP64, siendo el siguiente valor más bajo el de MA-ESP63 (4,41:1).

En lo que se refiere a las fuentes de sílice (una vez excluida MA-ESP62), como se refleja en la Figura 6.29, en general el cuadro que encontramos se asemeja al que veíamos para los contextos fechados con anterioridad, con la excepción de MA-ESP72, que presenta un contenido de hierro muy elevado (3,65%  $Fe_2O_3$ ). La posición del resto de las piezas, que presentan una distribución más o menos compacta tanto entre sí como con los vidrios fechados en los siglos X-XII, indica prácticas de producción de vidrio bastante estables. Es más, dada la presencia en estos conjuntos de vidrios de época romana, es muy probable que los vidrios que tratamos en esta sección y aquellos que vimos con anterioridad, procedentes del mismo yacimiento, pertenezcan en realidad a un solo horizonte productivo, y que las diferencias cronológicas de los contextos a los que se asocian no dependan más que de factores tafonómicos. Así, entre estos cinco vidrios (una vez excluida la muestra MA-ESP72), el rango de alúmina es muy estrecho (entre 2,64% y 3,11%  $Al_2O_3$ ), y también lo es el de hierro (entre 0,66% y 1,24%  $Fe_2O_3$ ), mientras que en los vidrios procedentes de los yacimientos de Albert Camus y Molina Larios, estos rangos son también estrechos (entre 1,73% y 2,66%  $Al_2O_3$  y entre 0,50% y 1,08%  $Fe_2O_3$ ).

La cantidad de hierro presente en MA-ESP72, por otro lado, puede tener varias explicaciones. Es este un vidrio muy “sucio”, en el sentido de presentar numerosas impurezas. Su contenido en plomo es muy alto (1,93% PbO), lo que también posiblemente explique la significativa cantidad de trazas de estaño (777 ppm Sn), además de una cantidad significativa de antimonio (121 ppm Sb) (además de una alta

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	365/807





concentración en cobre, que veremos en el apartado de los colorantes), lo que parece indicar que este vidrio ha sido sometido a procesos de reciclaje en los que se han incorporado vidrios de época romana (recordemos que el uso de antimonio como decolorante cesa a mediados del siglo IV)<sup>75</sup>. Es por tanto muy probable que la cantidad de hierro presente en la muestra sea el resultado de estos procesos (por ejemplo con la mezcla de vidrios romanos producidos con arenas ricas en hierro) aunque también es necesario tener en cuenta la posibilidad de contaminación por contacto con las herramientas del vidriero.

Estas impurezas también van a aparecer en otros vidrios, como son MA-ESP67 (0,42% PbO, 104 ppm Cu y 947 ppm Sn) y MA-ESP68 (0,52% PbO y 894 ppm Sn), lo que sugiere que las prácticas de reciclaje con vidrio romano que se estaban llevando a cabo en Málaga pueden haber incluido la fundición de teselas de vidrio, en las que el plomo y el estaño eran empleadas en abundancia como opacificante<sup>76</sup>. Esta práctica de emplear teselas, por ejemplo para colorear u opacificar tandas de vidrio era frecuente en la Edad Media, como atestiguan Gregorio de Tours<sup>77</sup> y el propio Teófilo<sup>78</sup>. Así, MA-ESP67 y MA-ESP68 presentan un tono semi-opaco, amarillento y con tonos metálicos que, si aceptamos la idea del uso de teselas en la tanda, debe considerarse intencionado (ambos vidrios son muy similares) (ver Figura 6.30), siendo este tipo de coloraciones muy popular en las áreas bajo dominio islámico, como veíamos con anterioridad. El caso de MA-ESP72 es, sin embargo, diferente a pesar de contener cantidades comparables de antimonio. No sólo es su contenido en plomo mucho mayor (1,93% PbO), sino que también presenta una cantidad considerable de cobre (2,06% CuO), que está prácticamente ausente de las otras dos muestras. Parece por tanto, que este vidrio fue tratado de forma deliberada con cobre, como colorante (la

<sup>75</sup> Freestone, I. 2015. "The Recycling and Reuse of Roman Glass: Analytical Approaches". *Journal of Glass Studies* 57: 30; Paynter, S. y C. Jackson. 2016. "Re-used Roman rubbish: a thousand years of recycling glass". *European Journal of postclassical studies* 6: 41; Sainsbury, V. 2018. "When things stopped travelling: Recycling and the glass industry in Britain from the first to the fifth century CE". En D. Rosenow, M. Phelps, A. Meek y I. Freestone (eds) *Things that Travelled: Mediterranean Glass in the First Millennium AD*. Londres: UCL Press: 328-30.

<sup>76</sup> Bonnerot, O., A. Ceglia y D. Michailides. 2016. "Technology and materials of early Christian wall mosaics". *Journal of Archaeological Science. Reports* 7: 649-61.

<sup>77</sup> Van Dam, R. (Trad). 2004. *Gregory of Tours. Glory of the Martyrs*. Liverpool: Liverpool University Press: 58.

<sup>78</sup> Hawthorne, J. G. y C. Stanley Smith. 1979. *Theophilus. On Divers Arts. The Foremost Medieval Treatise on Painting, Glassmaking and Metalwork*. Nueva York: Dover.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	366/807



pieza es de un color verde intenso y semi-opaco), y con plomo, como opacificante ya que, aunque parece plausible que en la tanda a la que pertenece esta pieza también se haya producido el reciclaje de teselas opacificadas con estaño (de ahí el contenido en estaño, de 777 ppm Sn) y quizás también con plomo, la concentración de plomo exhibida por la pieza parece demasiado elevada para ser resultado de estas prácticas, aunque la posibilidad debe mantenerse abierta.

La combinación de los datos referentes a los elementos traza en estas muestras con aquellas que encontrábamos en las piezas de siglos anteriores comienza a ofrecer pautas mejor definidas también en lo que se refiere a la fuente de sílice. Así, encontramos como MA-ESP-59, MA-ESP63, MA-ESP67, MA-ESP68, MA-ESP72 y MA-ESP65 (esta última identificada en un contexto fechado en los siglos XII y XIII) presentan perfiles muy similares, con la única excepción del estroncio, cuya particular problemática hemos venido comentando, lo que parece indicar el uso de arenas de perfiles geológicos similares (Figura 6.31). El número de muestras es escaso para alcanzar excesivas conclusiones, pero podemos establecer un grupo provisional de fuentes de sílice (Málaga 1) para facilitar la comparativa con otros grupos similares. Por otro lado, aunque el ejercicio es aún más arriesgado, al tratarse de sólo dos muestras, la similitud de los perfiles de elementos traza entre las muestras MA-ESP72 y MA-ESP59 resulta llamativa (Figura 6.32). Si esto es indicativo del uso de fuentes similares de sílice, esto apoyaría la idea de que el elevado contenido en hierro de MA-ESP72 es producto de contaminación por contacto con herramientas de hierro. Provisionalmente estableceremos este grupo bajo la denominación Málaga 2.

Es importante de cualquier forma destacar que los dos grupos no tienen perfiles excesivamente alejados, y que incluso hay argumentos para agruparlos. La principal diferencia reside en que el grupo Málaga 1 presenta cantidades significativamente más altas de titanio (1123 ppm vs. 1002 ppm Ti) y circonio (141 ppm vs. 69 ppm Zr). De cualquier forma, de momento vamos a mantenerlos separados para tratar de afinar la interpretación.

La coloración de las tres piezas restantes parecen ser coloraciones “naturales”, esto es, producto de la presencia no deliberada de impurezas en las materias primas, si bien a dos de ellas, MA-ESP59 y MA-ESP64, parecen haberse añadido cantidades de

manganeso (1,26% y 1,07% MnO respectivamente) para contrarrestar este efecto, en este caso con poco éxito (las ratios Mn:Fe son 1,01:1 y 1,62:1). En el caso de MA-ESP59 (1,26% MnO; 1,24% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), es posible que el intento haya sido frustrado por la presencia de cantidades significativas de impurezas de cobre (0,09% CuO) además de por una ratio Mn:Fe insuficiente, mientras que en MA-ESP64 (color azul pálido), el efecto decolorante del manganeso parece haber tenido efecto, si bien sólo de forma parcial.

#### *Murcia. Siglos XIV-XV.*

El siguiente conjunto de muestras que vamos a analizar incluye sólo dos (MU-ESP06 y MU-ESP07), procedentes de los niveles más tardíos del conjunto de viviendas medievales excavadas en c/Pascual de Murcia. Los niveles están fechados entre los siglos XIV y XV, y por tanto tras la conquista cristiana de la ciudad<sup>79</sup>.

Las características composicionales de ambas muestras son prácticamente idénticas (ver Tabla 6.5), lo que indica con bastante grado de probabilidad que se tratan del producto de una misma tanda de vidrio.

	Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cl	K <sub>2</sub> O	CaO	MnO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CuO	PbO
<b>MU-ESP06</b>	17,12	2,74	0,98	64,78	0,48	1,19	4,27	6,73	0,85	0,36	0,01	0,04
<b>MU-ESP07</b>	17,22	2,78	0,96	64,95	0,52	1,20	4,24	6,66	0,81	0,39	0,01	0,08

Tabla 6.5. Comparación de las proporciones de elementos mayores en la composición de los vidrios MU-ESP06 y MU-ESP07.

Si bien no se ha identificado entre el resto de materiales procedentes de Murcia muestra alguna que presente composiciones que puedan atribuirse a esta tanda, en general estas dos muestras presentan las mismas características generales

<sup>79</sup> Jiménez, P. y M. Pérez. 2005. *Memoria de la excavación arqueológica en la c/Pascual N° 10 (Murcia)*. Informe de excavación inédito.



que los conjuntos examinados con anterioridad (excepción hecha de los vidrios más o menos anómalos que ya hemos examinado en detalle).

En términos de fundentes, como se refleja en las figuras 6.33 y 6.34 (donde también se plotean el resto de muestras murcianas con fines comparativos), aunque estas muestras presentan un contenido relativo elevado en potasio (4,27% y 4,25%  $K_2O$  respectivamente, en comparación con un promedio de 2,87%  $K_2O$  en el resto de vidrios murcianos), su posición no es en exceso excéntrica con respecto al resto de muestras murcianas.

Con respecto a las fuentes de sílice, nos encontramos, como refleja la figura 6.35, con la estrecha asociación entre estas dos muestras y dos muestras a las que ya hemos prestado atención con anterioridad (MU-ESP03 y MU-ESP08). En los otros sentidos, las dos parejas de muestras son muy diferentes, presentando las muestras más tardías cantidades sensiblemente más altas de sodio (17,12% y 17,22% vs. 14,74% y 12,51%  $Na_2O$  respectivamente), y de forma menos acusada de fósforo (0,48% y 0,52% vs. 0,28% y 0,30%  $P_2O_5$  respectivamente), y potasio (4,27% y 4,24% vs. 2,53% y 2,82%  $K_2O$  respectivamente), además de otras diferencias menores. Así, la afinidad dista de ser completa, especialmente a tenor de lo que nos dicen los elementos traza, como se ilustra en la tabla 6.6:

	Ti	Ga	Rb	Sr	Y	Zr	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Th
MU-ESP03	982	-	20	501	5	418	120	6	13	1	5	2
MU-ESP06	346	-	12	610	3	47	268	3	8	1	4	1
MU-ESP07	343	-	12	608	4	47	270	4	8	1	4	1
MU-ESP08	332	-	15	423	4	29	177	4	8	1	4	1

Tabla 6.6 Comparación del contenido en elementos traza característicos de distintas fuentes de arena en la composición de las muestras MU-ESP03, MU-ESP06, MU-ESP07 y MU-ESP08. Los resultados se expresan en ppm.

Como puede apreciarse, mientras que las muestras MU-ESP06, MU-ESP07 y MU-ESP08 presentan grandes similitudes, la muestra MU-ESP03 destaca claramente, especialmente en lo que se refiere a su contenido en titanio, rubidio, circonio, bario y



cerio. Esto permite cuestionar muy seriamente la afinidad de las arenas empleadas en esta muestra con el resto. La posibilidad de que MU-ESP03 resulte una importación próximo oriental, como veíamos antes, debe permanecer abierta.

Si se toman los datos correspondientes a elementos traza, las dos muestras MU-ESP06 y MU-ESP07, siguen manteniendo una asociación extraordinaria (ver Figura 6.36). La figura expresa cierta similitud con el del grupo Murcia 1, si bien con valores más reducidos en titanio (575 ppm Ti de promedio para el grupo Murcia 1 vs. 344 ppm Ti para el promedio de las muestras MU-ESP06 y MU-ESP07) y más elevados de circonio (27 ppm vs. 47 ppm Zr) y bario (269 ppm vs. 105 ppm Ba), lo que en principio me inclina a no asociarlo a dicho grupo sino mantenerlos de forma independiente (aun obviando las diferencias en los valores de estroncio por las razones antes explicadas).

Ambas muestras presentan un contenido de manganeso inferior al 1% (0,85% MnO en MU-ESP06 y 0,81% MnO MU-ESP07), lo que explica la coloración verde de ambas muestras, a pesar de su bajo contenido en hierro (0,36% y 0,39% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> respectivamente). Se trata de un verde, de cualquier forma, muy tenue, sin duda por la positiva ratio natural Mn:Fe (2,36:1 y 2,07:1 respectivamente).

#### *Almería*

El siguiente conjunto de muestras a analizar está constituido por cinco muestras procedentes de pulsera fechadas a principios del siglo XIII – ALM-02 (c/Descanso), ALM-03 (c/Quevedo), ALM-05 (c/Las Tiendas), ALM-06 (c/Mariana), y ALM-07 (Mercado central)<sup>80</sup> – además de cuatro muestras procedentes de pulseras (ALM-08; ALM-09, ALM-10 y ALM21) y dieciocho muestras de vidrio soplado (ALM-15, ALM-16, ALM-22, ALM-31, ALM-32, ALM-33, ALM-34, ALM-36, ALM-37, ALM-38, ALM-

<sup>80</sup> Sevillano, R. 2006. *Intervención arqueológica preventiva en Calle Descanso. Almería*. Informe de excavación inédito; Sevillano, D. 2008. *Intervención arqueológica preventiva en calle Quevedo. Almería*. Informe de excavación inédito; Alcaraz, F. M. 2008. *Memoria preliminar de la excavación arqueológica preventiva en Calle de Las Tiendas-Perea (Almería)*. Informe de excavación inédito; Santos, J. 2009. *Intervención arqueológica preventiva en c/Mariana 16 y 22 (Almería)*. Informe de excavación inédito; Santos, J. 2009. *Intervención arqueológica preventiva en el Mercado Central de Almería*. Informe de excavación inédito.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	370/807



39, ALM-40, ALM-43, ALM-44, ALM-45, ALM-46, ALM-47 y ALM-49) procedentes de las excavaciones de la Alcazaba, y fechadas a finales del siglo XV<sup>81</sup>.

La Figura 6.37 ilustra los contenidos de magnesio y potasio en estas muestras, y la figura 6.38 la relación entre el cloro y el potasio. Las dos gráficas ilustran con gran claridad el uso mayoritario de cenizas sódicas para la producción de estos vidrios, con la única excepción de ALM-40 (13,94% Na<sub>2</sub>O y 8,69% K<sub>2</sub>O) y la pulsera ALM-05 (16,34% Na<sub>2</sub>O y 5,53% K<sub>2</sub>O) ambas producidas con cenizas de álcalis mixtos a juzgar por los resultados disponibles. Incluso tras excluir estas dos muestras del cálculo, vuelve a llamar la atención la amplitud del rango en la ratio Na:K, que va de un mínimo de 3,80:1 a un máximo de 10,60:1 lo que, una vez más, pone en cuestión las ideas que se han ido manejando al respecto de este particular, siempre asumiendo que los vidrios de las que se extrajeron las muestras almerienses fueran producidos con cenizas extraídas localmente.

Resulta llamativo que varias de las pulseras presenten concentraciones relativamente bajas de calcio, en concreto ALM-02 (4,83% CaO), ALM-06 (4,94% CaO), ALM-07 (3,93% CaO) y ALM-10 (3,52% CaO), lo que, como en las muestras anteriormente descritas de Madīnat al-Zahrā acaso indique el uso de cenizas depuradas, y la aplicación de la metodología propuesta por Cagno y colaboradores parece confirmarlo<sup>82</sup>, como se ilustra en la Figura 6.39.

La figura 6.40 ilustra los contenidos de alúmina y hierro en estos vidrios. Como puede apreciarse, existe un pequeño grupo de piezas (ALM-15, ALM-43, ALM-44, ALM-45 y ALM-46, todas ellas pertenecientes a piezas de vidrio soplado) que presentan reducidas concentraciones tanto en alúmina como en hierro, como otras muestras que hemos visto anteriormente, por ejemplo en Murcia (el promedio de las piezas de Almería es de 1,43% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y 0,71% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Después existe un nutrido conjunto de muestras (ALM-22, ALM-31, ALM-32, ALM-33, ALM-34, ALM-36, ALM-39 y ALM-47), todos ellos correspondientes a piezas de vidrio soplado, además de la pulsera del siglo

<sup>81</sup> Barrionuevo, C. 2006. *La Alcazaba de Almería: un monumento para la historia de la ciudad*. Almería: Instituto de Estudios Almerienses.

<sup>82</sup> Cagno, S., M. Mendera, T. Jeffries y K. Janssens. 2010. "Raw materials for medieval to post-medieval Tuscan glassmaking: new insight from LA-ICP-MS analyses". *Journal of Archaeological Science* 37: 3030-3036



XIII ALM-07), que presenta contenidos relativamente elevados de hierro pero un contenido moderado en alúmina (promedio 2,37%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y 1,53%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).

Estas muestras de vidrio soplado merecen mención especial, por presentar un perfil para el que no tenemos paralelos<sup>83</sup>, especialmente por presentar una acusada anomalía positiva en el europio (hasta 2,3 ppm Eu en ALM-31 y 1,6 ppm Eu en ALM-34),<sup>84</sup> lo que sugiere el uso de arenas ricas en paglioclasa. Estas mismas muestras también presentan un alto contenido relativo de bario, que se encuentra además correlacionado con el europio (coeficiente de correlación de 0,82). No he encontrado paralelos para estas cantidades de europio entre los vidrios islámicos, siendo los únicos que se aproximan casi todos vidrios de natrón analizados por Schibile y colaboradores<sup>85</sup>, y Robert Brill<sup>86</sup>, además de unos vidrios del norte de África analizados por Pete Robertshaw<sup>87</sup> y por Duckworth y colaboradores<sup>88</sup>, pero las composiciones de estos vidrios son muy distintas a la de los de Almería. No está claro el origen de esta anomalía en estos vidrios, pero es evidente que debe estar relacionado con la presencia de manganeso, puesto que ambos elementos presentan una correlación casi absoluta (con un sorprendente coeficiente de correlación de 0,99). No obstante, estos vidrios presentan una cantidad muy variable de manganeso (entre 0,37% y 1,15% MnO), lo que por tanto engloba tanto el rango que suele atribuirse a la adición deliberada de pirolusita y psilomelana como decolorantes, como cantidades que generalmente se consideran producto de la presencia de impurezas en la fuente de sílice. Parece claro que esta anomalía se asocia con la fuente de sílice, puesto que el contenido de tierras raras presente en los vidrios de plantas sódicas se deben, por lo

<sup>83</sup> No existen datos correspondientes a los elementos traza para las muestras ALM-44, ALM-45, ALM-46, ALM-47 y ALM-49.

<sup>84</sup> Hay que tener en consideración que, en general, los valores en tierras raras presentes en los vidrios históricos suelen ser muy inferiores (entre un cuarto y un tercio) a los detectados en la corteza superior terrestre. Wedephol, K. H., K. Simon y A. Kronz. 2011. "The chemical composition including the Rare Earth Elements of the three major glass types of Europe and the Orient used in late antiquity and the Middle Ages". *Chemie der Erde* 71: 293.

<sup>85</sup> Schibile, N., P. Degryse, M. Corremans y C. Specht. 2012. "Chemical characterisation of glass mosaic tesserae from sixth-century Sagalassos (south-west Turkey): chronology and production techniques". *Journal of Archaeological Science* 39: 1480-92.

<sup>86</sup> Brill, R. H. 1999 *Chemical Analyses of Early Glasses. Volumes 1 and 2*. Corning, NY: The Corning Museum of Glass.

<sup>87</sup> Robertshaw, P., N. Benko, M. Wood, L. Dussubieux, E. Melchiorre, y A. Ettahiri. 2010. "Chemical analysis of glass beads from medieval al-Basra (Morocco). *Archaeometry* 52: 355-79.

<sup>88</sup> Duckworth, C., D. J. Mattingly, S. Chenery y V. Smith. 2016. "End of the Line? Glass Bangles, Technology, Recycling, and Trade in Islamic North Africa". *Journal of Glass Studies* 58: 161

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	372/807





general, a esta materia prima (al contrario que, por ejemplo, los vidrios potásicos característicos del norte de Europa)<sup>89</sup>. La figura 6.41 presenta el perfil de elementos traza en este grupo de vidrios almerienses. Otras características de estos vidrios son su contenido variable de vanadio y bario (este último quizás, en algunas muestras, en relación con los contenidos de manganeso, si bien no existe correlación entre ambos en la generalidad del conjunto). Del mismo modo, estos son los vidrios con mayor contenido de magnesio y hierro de todo el conjunto almeriense (promedio de 4,35% MgO entre los vidrios con altos valores de europio vs. 3,61% MgO entre los vidrios que presentan valores “normales” de europio; 1,66% vs. 0,91% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)<sup>90</sup>. Así, podemos argumentar que el manganeso, el bario y el europio entraran en el vidrio con la fuente de sílice, más que ser producto de el añadido deliberado de minerales decolorantes, si bien los análisis de arenas situadas en la región de Almería han dado como resultado valores muy bajos de impurezas de manganeso. Una posibilidad que debe ser contemplada es que los umbrales que estamos empleando, siguiendo a Brems y Degryse<sup>91</sup> no reflejen adecuadamente la práctica de los vidrieros andalusíes. Finalmente, es también posible que los valores de manganeso, bario y europio que presentan estos vidrios sean producto del reciclaje.

Así, varias de estas muestras presentan cantidades significativas de cobre (entre 0,08% y 0,25% CuO) y plomo (entre 0,26% y 0,88% PbO), que sin embargo no parecen compatibles con su añadido deliberado, además de estaño (todas presentan valores por encima de 100 ppm Sn). Además, ALM-32 y ALM-33 presentan 553 y 500 ppm Co respectivamente, lo que refuerza la idea de que estos vidrios han sido objeto de prácticas de reciclaje. No obstante, aún si tentativamente podemos asociar los altos valores de europio y también de bario a esta práctica, la mecánica de estas prácticas no termina de estar del todo clara, porque el perfil de las fuentes de sílice es incierto,

<sup>89</sup> Wedephol, K. H., K. Simon y A. Kronz. 2011. “The chemical composition including the Rare Earth Elements of the three major glass types of Europe and the Orient used in late antiquity and the Middle Ages”. *Chemie der Erde* 71: 293.

<sup>90</sup> De estos cálculos ha quedado excluida la muestra ALM-47, cuya composición de elementos mayores resulta muy similar al del resto de vidrios con altos valores de europio, pero que no podemos incluir en el grupo al no estar disponibles los datos correspondientes a los elementos traza.

<sup>91</sup> Brems, D. y P. Degryse. 2014. “Western Mediterranean sands for ancient glass making”. En P. Degryse (ed) *Glassmaking in the Greco-Roman World*. Lovaina: Leuven University Press: 38.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	373/807



lo que impide asociar las características químicas de los vidrios a prácticas bien definidas.

Este grupo de vidrios recibirá la denominación provisional Almería 1.

Además de este grupo, las muestras ALM-15, ALM-16, ALM-37, ALM-38, y ALM-43 (todas ellas de nuevo correspondientes a piezas de vidrio soplado) y ALM-03 (una pulsera) presentan un perfil de elementos traza similar, como ilustra la Figura 6.42. Dos de estas muestras (ALM-15 y ALM-43) forman un compacto conjunto en su relación Al:Fe con ALM-45 y ALM-46, para las que no hay datos correspondientes a elementos traza, en una zona de bajo contenido en ambos elementos. Si bien los valores de alúmina y/o hierro de ALM-16 (2,38%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 1,11%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), ALM-37 (3,35%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 1,24%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), ALM38 (2,31%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 0,64%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) y ALM-21 (2,37%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y 0,75%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) pueden considerarse significativamente mayores que las de las anteriores, la similitud en el perfil de elementos traza parece justificar el establecimiento de un grupo provisional, que denominaremos Almería 2.

Por otro lado, las pulseras ALM-02, ALM-05, ALM-06 y ALM-21 presentan un perfil de elementos traza muy similar (con la salvedad del alto valor que ALM-05 y ALM-21 presentan en estroncio, lo que, sin embargo, parece estar asociado al contenido de potasio (ALM-05 es una de las muestras que excede el 5% de potasio, mientras que el ALM-21 presenta un contenido elevado, de 4,12%  $\text{K}_2\text{O}$ ) y calcio (8,53% y 8,48%  $\text{CaO}$  respectivamente), y por tanto debe atribuirse a los fundentes (ver Figura 6.43). Estos vidrios presentan, además, cantidades apreciables y correlacionadas (coeficiente de correlación 1) de plomo y estaño (promedio 0,35%  $\text{PbO}$  y 1915 ppm Sn), lo que es posible que indique prácticas de reciclaje, quizás con el añadido de teselas romanas, que empleaban como sabemos estos materiales como opacificantes.

Por otro lado, casi la totalidad de estos vidrios presentan cantidades significativas de plomo, pero, como decíamos antes, casi en ningún caso, con la posible excepción de ALM-46 (1,37%  $\text{PbO}$ ), en cantidades suficientes como para sugerir el añadido deliberado del mismo (las cantidades oscilan entre 0,10% y 0,95%  $\text{PbO}$ ). Las excepciones a esta pauta son ALM-07 (pulsera del siglo XIII), ALM-08, ALM-09 y ALM-10 (pulseras del siglo XV) y ALM-16, ALM-37, ALM-38, ALM-40 y ALM-49 (vidrios soplados), que presentan cantidades de plomo por debajo de 0,1%.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	374/807



Si bien Almería no se incluye en las menciones a las artesanías de cerámica vidriada en época bajomedieval que veíamos en el Capítulo 5, resulta tentador atribuir esta presencia sostenida de cantidades significativas pero aparentemente accidentales de plomo en los vidrios almerienses a la contaminación resultante del uso de las mismas infraestructuras productivas para la producción del vidrio (en el que el plomo jugaba un papel central) y el vidrio, algo que, como se ha venido señalando en varios puntos, debe considerarse una hipótesis sólida. En apoyo a esta idea está el hallazgo de evidencias arqueológicas de la producción de cerámicas vidriadas en Almería en época nazarí<sup>92</sup>. Es frecuente que estas cantidades de plomo se asocien a cantidades significativas de estaño, aunque la correlación entre ambas no es siempre evidente, lo que también encaja con un proceso accidental como sería el de la contaminación. Aunque existe la posibilidad de que estos contenidos de plomo y estaño sean producto de la refundición de teselas romanas de vidrio, en este caso esto parece menos probable, dado que Almería es una fundación de época califal sin un precedente romano de entidad como en el caso malagueño.

También es necesario destacar la presencia de cinco piezas (ALM-05, ALM-06, correspondientes a pulseras del siglo XIII), ALM-21 (correspondiente a una pulsera del siglo XV) y ALM-32 y ALM-33 (correspondientes a piezas de vidrio soplado) que presentan concentraciones significativas de cobalto y níquel (entre 158 ppm Co y 79 ppm Ni en ALM-06 y 553 ppm Co y 464 ppm Ni en ALM-32). Que estos dos elementos entraron en la composición de estos vidrios dentro de la misma materia prima parece claro, al presentar ambos un coeficiente de correlación de 0,97, y también parece probable que esta materia prima también incluyese cierta cantidad de cobre, cuyo coeficiente de correlación con el cobalto es de 0,92 y con el níquel de 0,98. Estas cinco muestras procedían de objetos de un color azul profundo, posiblemente por efecto de la presencia del cobalto, que puede tener un efecto considerable en la coloración del vidrio incluso cuando se haya presente en cantidades pequeñísimas. ALM-07, por otro lado, ofrece pocas dudas, ya que su coloración azul es evidentemente consecuencia de su altísimo contenido en cobre (5,07% CuO), siendo también un efecto intencionado.

<sup>92</sup> Flores Escobosa, I. 2011. "La fabricación de cerámica islámica en Almería: la loza dorada". *Tudmir* 2: 9-28.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	375/807



Solamente dos de las muestras contienen cantidades de manganeso compatibles con su añadido deliberado (de acuerdo con los umbrales propuestos por Brems y Degryse, que ya hemos puesto en cuestión), ALM-31 (1,15% MnO) y ALM-49 (2,84% MnO), siendo la pieza de la que se extrajo la primera de estas muestras incolora, y la segunda de un intenso color verde, que puede asociarse a la considerable cantidad de cobre presente en la muestra (3,23% CuO), siendo difícil explicar el añadido de manganeso en combinación con el cobre, porque la cantidad presente de este último tampoco puede ser considerada accidental. El carácter incoloro de ALM-10 puede asociarse a la pequeña cantidad de impurezas de hierro presentes en su composición (0,68% MnO; 0,53% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), aunque la ausencia de coloración en ALM-45 (0,19% MnO; 0,67% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) es algo más intrigante. Finalmente, el color negro de la pulsera ALM-08, dado que ni la presencia de hierro (1,39% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) ni la de plomo (0,04% PbO) parece justificar esta coloración, debe deberse a la acción del azufre (S<sup>2-</sup>, para el que no contamos con datos) en reacción con Fe<sup>2+</sup> en condiciones reductoras<sup>93</sup>.

Antes de finalizar con este conjunto, es quizás conveniente hacer una apreciación con respecto a la cronología de las muestras. Como hemos tenido ocasión de comprobar, a tenor de lo que nos indica la composición química, no existen grandes diferencias ni en los ingredientes empleados ni en las técnicas aplicadas, más allá del ocasional uso de colorantes en algunas pulseras. Lo más llamativo, es la ausencia de grandes distinciones entre las producciones del siglo XIII y las del siglo XV, lo que me lleva a tomar las fechas de las primeras (encontradas en el transcurso de excavaciones urbanas de urgencia) con gran precaución, máxime cuando las pulseras de las que se extrajeron las muestras son una tipología especialmente popular durante la época nazarí, y su presencia en los contextos arqueológicos se multiplica durante el siglo XV<sup>94</sup>. Los materiales procedentes de la alcazaba, por su parte, proceden de un contexto sellado y de gran fiabilidad.

<sup>93</sup> Freestone, I., S. Wolf y M. Thirlwall. 2005. "The production of HIMT glass: elemental and isotopic evidence" En *Annales du 16<sup>e</sup> Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre*. Londres: Association Internationale pour l'Histoire du Verre: 156.

<sup>94</sup> Ver por ejemplo Malalana, A. y O. Lora. 2013. "Catálogo de un ajuar de brazaletes de vidrio de época nazarí (siglo XIII) perteneciente a los conjuntos funerarios de la calle Mendivil (Málaga). *Revista Portuguesa de Arqueología* 17: 245-61.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	376/807



### *Alhambra y Granada*

El siguiente conjunto de muestras a analizar es un interesantísimo grupo de vidrios recogidos durante la campaña de excavación desarrollada por el proyecto *Los Talleres Reales de la Alhambra*, que coordino, en 2016. La colección es de enorme interés, para empezar, por la gran variedad de tipos de muestras que incluye: 36 muestras de restos de producción (ALH-2, ALH-11, ALH-3, ALH-4, ALH-5, ALH-6, ALH-8, ALH-9, ALH-12, ALH-13, ALH-19, ALH-22, ALH-23, ALH-24, ALH-25, ALH-26, ALH-27, ALH-28, ALH-29, ALH-30, ALH-31, ALH-32, ALH-33, ALH-34, ALH-35, ALH-36, ALH-37, ALH-38, ALH-40, ALH-41, ALH-42, ALH-43, ALH-44, ALH-45 y ALH-46); tres muestras procedentes de pulseras (ALH-1, ALH-10 y ALH-20); dieciocho muestras procedentes de recipientes, bien soplados o soplados a molde (ALH-7, ALH-14, ALH-15, ALH-16, ALH-47, ALH-48, ALH-49, ALH-50, ALH-51, ALH-52, ALH-53, ALH-54, ALH-55, ALH-56, ALH-57, ALH-58, ALH-60 y ALH-63); dos muestras procedentes de vidrio de ventana (ALH-18 y ALH-59); y dos muestras procedentes de vidrios imposibles de definir con precisión (ALH-21 y ALH-62). Además de esta variedad, estas muestras proceden de vidrios recogidos en los entornos industriales de El Secano, de la Alhambra, lo que permite de nuevo obtener una perspectiva directamente conectada con las actividades fabriles que se desarrollaban en este yacimiento. Todos ellos proceden de unidades estratigráficas que podemos, con todas las dificultades aparejadas a los contextos arqueológicos de la Alhambra que comentábamos en detalle en el Capítulo 4, fechar con cierta convicción a finales del siglo XV, esto es, en las últimas décadas de la época nazarí.

Antes de entrar en detalles acerca de la composición de las muestras, hemos de apartar para el análisis las muestras ALH-18 (una muestra de composición francamente anómala, carente casi completamente de sodio – 0,50% Na<sub>2</sub>O – y con un contenido en calcio – 28,44% CaO – difícil de explicar), y ALH-34, que es un fragmento de escoria fuertemente desvitrificado – 50,35% SiO<sub>2</sub> y 16,01% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

Desde el punto de vista de los fundentes, lo primero que llama la atención, como ilustra la Figura 6.44, es que forman un conjunto extremadamente compacto, sin que existan aparentes distinciones entre los restos de producción y los materiales

soplados, excepto por algunas excepciones aisladas. Esto sugiere no sólo que todos estos vidrios fueron producidos con una fórmula de cenizas muy estable (de plantas de contenido mayoritariamente sódico) sino que todo indica que la mayoría de los productos terminados hallados en el transcurso de la excavación eran productos de la propia Alhambra.

Las excepciones incluyen la muestra ALH-36, que presenta una cantidad moderada de magnesio (2,43% MgO) pero una concentración bajísima de potasio (0,85% K<sub>2</sub>O), lo que sugiere, junto con la baja concentración de calcio (3,94% CaO), la más baja de todo el conjunto, el uso de cenizas purificadas. También cabe destacar el hecho de que las tres pulseras presenten cantidades sensiblemente más altas de magnesio que el conjunto (4,62% MgO de promedio vs. 3,28% MgO de promedio entre los restos de producción y las muestras correspondientes a vidrio soplado), además de concentraciones de potasio relativamente altas (4,14% vs. 3,20% K<sub>2</sub>O). Otras diferencias significativas son una concentración relativamente elevada de alúmina (3,50% vs. 2,73% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), fósforo (0,93% vs. 0,43% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y una concentración relativamente baja de hierro (1,34% vs. 1,72% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Estas diferencias pueden estar indicando un origen distinto para estas pulseras, además de sugerir, quizás, haber sido objeto de reciclaje (como indican las concentraciones más elevadas en elementos presentes en los vapores generados por la combustión). Desafortunadamente, para este conjunto de muestras no contamos con datos relativos a los elementos traza.

Además de esto, varias muestras de restos de producción y de productos soplados, presentan unas lecturas algo más altas en potasio o magnesio, pero las diferencias no son dramáticas, y sólo resultan más visibles por el carácter enormemente compacto del conjunto principal. Estas muestras incluyen ALH-13 (4,92% MgO) y ALH-15 (4,95% MgO), y ALH-3 (4,49% K<sub>2</sub>O), ALH-9 (6,16% K<sub>2</sub>O), ALH-12 (5,06% K<sub>2</sub>O) y ALH-52 (5,05% K<sub>2</sub>O). Es probable que estas cuatro últimas fuesen producidas con cenizas de álcalis mixtos.

Mención especial merece el la muestra ALH-59, procedente de un vidrio plano interpretado como vidrio de ventana, que presenta una concentración altísima de potasio (8,54% K<sub>2</sub>O), lo que lo asocia con cierta claridad a estas cenizas de álcalis mixtos (su contenido en sodio es de 13,08% Na<sub>2</sub>O).

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	378/807



El hecho de que, al contrario de lo que nos hemos encontrado en otros conjuntos, la muestra presente una distribución tan dispersa en lo que se refiere a la concentración de cloro (Figura 6.45) parece responder al considerable rango que presentan las concentraciones de sodio (entre 13,08% - ALH-62 – y 21,85% Na<sub>2</sub>O – ALH-56), con el que el cloro manifiesta una considerable correlación (coeficiente de correlación de 0,79). Esta amplitud en el rango de sodio resulta intrigante, especialmente habida cuenta la regularidad en la relación MgO:K<sub>2</sub>O.

Excluyendo aquellas muestras que presentan un contenido de potasio superior al 5% K<sub>2</sub>O y la muestra ALH-36, cuya concentración de potasio (0,85% K<sub>2</sub>O) ya hemos calificado como anómala por baja, la relación Na:K en este conjunto de muestras oscila entre 13,37:1 (ALH-56) y 3,01:1 (ALH-10), aunque la mayoría de las muestras se encuentran en una horquilla situada entre 4:1 y 6:1. En cualquier caso, de nuevo valores mucho más elevados de los que se han propuesto para las cenizas de plantas sódicas del occidente Europeo.

Con respecto a la relación Al:Fe como indicador de las fuentes de sílice, nos encontramos con unos resultados de nuevo de gran interés. Esta relación se ilustra en la Figura 6.46. Por un lado nos encontramos con una serie de muestras que presentan unas bajas concentraciones tanto de alúmina como de hierro. La muestra más destacada en este sentido es ALH-36, que antes subrayábamos por su baja concentración de calcio y potasio, lo que nos llevaba a postular el uso en su producción de cenizas depuradas. Su concentración en alúmina (0,84% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y hierro (0,16% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), se encuentra entre las más bajas de todas las analizadas por el *The al-Andalus Glass Project*, y no parece descabellado proponer su producción con sílice obtenido a partir de guijarros cuarcíticos molidos, a lo que también parece apuntar su alto contenido en silicio (73,36 SiO<sub>2</sub>), el más elevado de todo el conjunto. Desafortunadamente, la muestra es un resto de producción, con lo que es imposible saber el tipo de objeto al que estaba destinado este tipo de vidrio, en cuya producción parecen haberse empleado más recursos que en el resto, resultando en un vidrio muy puro. Ciertos elementos metálicos que pueden aparecer en vidrios producidos de forma menos meticulosa o con ingredientes menos puros, como el cobre y el plomo, están completamente ausentes de la muestra).

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	379/807





Otras muestras que presentan contenidos relativamente bajos de alúmina y hierro son ALH-62 (1,10%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 0,44%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), y ALH-63 (1,19%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 0,53%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), cuyos contenidos en silicio (69,06% y 68,41%  $\text{SiO}_2$  respectivamente), son también mucho más altos que la media del conjunto, que se sitúa una vez excluidas estas muestras en 61,99%  $\text{SiO}_2$ . Esto también me inclina a postular guijarros de cuarzo triturados como fuente de silicio, categoría en la que también podemos incluir con cierta seguridad ALH-53 (66,94%  $\text{SiO}_2$ ; 1,51%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 0,65%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).

Por otro lado, dos muestras presentan cantidades bajas de hierro en combinación con cantidades moderadas de alúmina (ALH-57 y ALH-58) (2,53%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y 0,57%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  de promedio), además de un grupo de muestras que presenta contenidos ligeramente bajos de alúmina y moderados de hierro (ALH-4, ALH-23 y ALH-25) (1,61%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y 1,01%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  de promedio), un nutrido conjunto de muestras que presentan cantidades moderadas tanto de alúmina como de hierro (ALH-13, ALH-15, ALH-16, ALH-19, ALH-20, ALH-24, ALH-26, ALH-27, ALH-28, ALH-31, ALH-32, ALH-37, ALH-39, ALH-44 y ALH-45) (2,43%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y 1,32%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  de promedio) y un compacto grupo que se sitúa justo por debajo de este último en términos de alúmina y hierro (ALH-2, ALH-8, ALH-11, ALH-14, ALH-30, ALH-46 y ALH-56) (2,00%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,90% de promedio). Otra serie de muestras, estas mucho más dispersas, presentan cantidades relativamente elevadas de alúmina y hierro (ALH-5, ALH-10, ALH-12, ALH-21 y ALH-55) (3,20%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y 1,62%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  de promedio). Además de esto encontramos muestras que no se integran en racimos definidos, incluyendo (ALH-1, ALH-7, ALH-33, ALH-41, ALH-54, ALH-59 y ALH-60), Al igual que ocurría con los fundentes, estos grupos no están claramente estructurados en base a su tipología, sino que tanto los fragmentos procedentes de restos de producción como aquellos procedentes de materiales terminados se integran en estos grupos sin formar pautas aparentes, más allá de cierta tendencia de las pulseras a presentar contenidos superiores a la pauta general en términos de alúmina y hierro, si bien al tratarse sólo de tres muestras es peligroso llevar esta inferencia más lejos.

En los grupos presentados hasta ahora en esta sección, sólo hemos incluido aquellas muestras que presentan contenidos de hierro inferiores al 2%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , lo que excluye un número considerable de muestras que, presentando cantidades variables

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	380/807



pero elevadas de alúmina (entre 1,76% y 5,58%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), se caracterizan por sus elevadas concentraciones tanto de hierro (entre 2,11% y 4,40%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) como de cobre (entre 1,09% y 5,08%  $\text{CuO}$ , comparado con un promedio de 0,54%  $\text{CuO}$ <sup>95</sup> entre aquellos vidrios cuyo contenido de hierro se sitúa por debajo del 2%). A este grupo pertenecen las muestras ALH-3, ALH-6, ALH-9, ALH-22, ALH-29, ALH-35, ALH-38, ALH-40, ALH-42, ALH-43, ALH-47, ALH-48, ALH-49, ALH-50, ALH-51 y ALH-52, y a ellas podemos sumar, en base a su contenido en cobre, las muestras ya vistas ALH-4, ALH-19, ALH-25 y ALH-44, si bien sus contenidos en hierro entran dentro de parámetros más moderados (0,92%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  y 2,14  $\text{CuO}$ ; 1,17%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  y 1,02%  $\text{CuO}$ ; 1,19%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  y 3,21%  $\text{CuO}$ ; y 1,53%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  y 1,20%  $\text{CuO}$  respectivamente). En otros aspectos composicionales, estos vidrios presentan diferencias poco significativas con respecto a los vidrios pobres en cobre, además de que tampoco pueden detectarse pautas definidas con claridad en lo que se refiere a la tipología del objeto de origen de cada muestra. Esto es especialmente relevante en lo que se refiere a los fundentes, ya que ambos grupos presentan un comportamiento prácticamente idéntico en este sentido, como ilustra la Figura 6.47.

Esta coincidencia entre las elevadas lecturas de hierro y las de cobre (expresadas en la Figura 6.48) no puede ser casual, aunque la explicación no es evidente. Para empezar, porque en estas muestras el hierro y el cobre presentan una correlación muy débil (coeficiente de correlación de 0,22) (lo que indica el carácter poco estructurado del ploteo). Esto parece descartar que ambos elementos entrasen como parte de la misma materia prima, por ejemplo el caso altamente improbable del uso de arenas ricas en cobre. Así, el uso de arenas más ricas en impurezas (i.e.  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}$ , etc.) explicaría las lecturas elevadas de hierro, pero no las de cobre, además de que las diferencias en los promedios de alúmina no son excesivos (2,53%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  en los vidrios pobres en cobre y 3,08%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  en los vidrios ricos en cobre), desafiando la correlación que es norma habitual en la relación Al:Fe. Por otro lado, la posibilidad de contaminación por el uso de hornos empleados en otras actividades industriales debe ser contemplado, pero en cualquier caso no en relación con las actividades de producción de vidriados. El cobre aparece de forma muy escasa en los

<sup>95</sup> El promedio real es mucho más bajo, ya que este cómputo sólo incluye aquellas muestras cuyo contenido en cobre se situaba por encima del límite de detección de la microsonda de electrones (<0,01%).

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	381/807



vidriados nazaries, siendo superado con mucho por el plomo (algo en lo que también coinciden las lecturas de pXRF realizadas *in situ* en los hornos de la Alhambra, interpretados preliminarmente como hornos empleados en la producción de cerámicas vidriadas por parte del proyecto *Los Talleres Reales de la Alhambra*; ver Capítulo 4)<sup>96</sup>, con lo que de haberse producido contaminación por contacto con las instalaciones industriales empleadas para la producción de los vedrios, el plomo se hubiese hecho presente en cantidades mucho más acusadas que el cobre, cuando aparece en los vidrios ricos en cobre en un 0,14% PbO de promedio, apenas por encima del 0,13% PbO que presentan de promedio los plomos pobres en cobre. Es ciertamente posible atribuir estas cantidades de plomo a la contaminación derivada del uso de las mismas instalaciones para distintos procesos, como veíamos con los materiales almerienses, pero es evidente que esto no explica las elevadas lecturas de cobre y hierro.

Una posibilidad que podría explicar las elevadas lecturas de cobre es el uso de limaduras de aleación de cobre, como el latón (aleación que contiene fundamentalmente cobre y zinc, además de otros elementos menores y traza, empleado profusamente en el mundo islámico medieval<sup>97</sup>) como colorante<sup>98</sup>. El problema de esta interpretación es que no ofrece una explicación excesivamente convincente a las altas concentraciones de hierro, toda vez que el latón es una aleación que, por lo general, presenta concentraciones muy bajas de este elemento (raramente por encima del 0,5%), con lo que el añadido de limaduras de latón a una tanda de vidrio difícilmente podría elevar el contenido de hierro de la tanda en cantidades tan significativas como las que estamos observando en el conjunto de

<sup>96</sup> Pradell Cara, T., G. Molina Giral, J. Molera Marimón y P. Marinetto. 2012. "Primeros resultados del estudio analítico de la cerámica decorada vidriada Nazari: la cerámica palatina (xx. XIV-XV)". En *Congreso Internacional Red Europea de Museos de Arte Islámico*. Granada: Red Europea de Museos de Arte Islámico: 397-418.

<sup>97</sup> La Niece, S., R. Ward, D. Hook y P. Craddock. 2012. "Medieval Islamic Copper Alloys". En P. Jett, B. McCarthy y J. G. Douglas (eds) *Scientific Research on Ancient Asian Metallurgy: Proceedings of the Fifth Forbes Symposium at the Freer Gallery of Art*. Londres: Archetype: 248-54.

<sup>98</sup> Debemos recordar que las menciones al uso del cobre como colorante es frecuente en la literatura técnica medieval, por ejemplo en el *Mappae Clavicula* (154; 155; 161; 224; 257; 258), Eraclio (xviii; xxi; IV.[234]) Teófilo (II.31), El *Manuscrito de Bolonia* (268; 298; 300; 301; 302) y la *Sedacina* (XXII, 32). De hecho, una de las recetas contenidas en Eraclio (*Manuscrito de Jean le Begue*; Merrifield, M. P. 1849. *Original Treatises Dating from the XIIth to the XVIIIth Centuries in the Arts of Painting*. Londres: John Murray) indica que el latón es en esto superior al cobre (receta III.[259]), mencionando su uso como colorante para vidrio también en la receta VIII.[271].

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	382/807



muestras procedentes de la Alhambra. Es, por otro lado interesante constatar que los latones europeos tienden a presentar cantidades de hierro significativamente superiores a las de los latones islámicos, fundamentalmente como producto de la aplicación de distintas técnicas de beneficio del mineral<sup>99</sup>, con lo que, teniendo en cuenta el fluido contacto mantenido entre el reino nazarí de Granada y distintos estados europeos<sup>100</sup>, es posible especular con la posibilidad de que los latones empleados en el reino nazarí perteneciesen a esta categoría, presentando contenidos más altos de hierro de lo que es habitual. Los análisis de objetos de latón presentes en el Museo de la Alhambra han arrojado bajas lecturas de hierro, pero es también cierto que las piezas sobre las que se desarrollaron los análisis pertenecen fundamentalmente al siglo X y que se trata de objetos de lujo<sup>101</sup>, cuando podemos asumir que los objetos empleados para dar coloración al vidrio en un contexto industrial serían de uso más cotidiano. Desafortunadamente, no poseemos los datos de elementos traza correspondientes a estas muestras, lo que nos impide comprobar los niveles de zinc, que de ser correcta esta interpretación deberían mantener cierta correlación con los de cobre.

Otra posible interpretación es que la presencia de un contenido elevado de cobre en vidrios con un alto contenido en hierro sea el resultado de una práctica deliberada con un tipo específico de vidrio; esto es, que los vidrieros de la Alhambra seleccionasen vidrios especialmente “sucios”, esto es, vidrios menos finos como resultado del uso de arenas menos maduras y más ricas en impurezas, para colorearlos con limaduras de cobre o latón. El principal problema de esta interpretación es que, dada la habitual correlación entre la alúmina y el hierro en las fuentes de sílice, los

<sup>99</sup> Craddock, P. T., S. La Niece y D. R. Hook. 1998. “Brass in the Medieval Islamic World”. En P. T. Craddock (ed) *2000 years of Zinc and Brass*. British Museum Occasional Papers 50. Londres: British Museum: 77-78.; La Niece, S., R. Ward, D. Hook y P. Craddock. 2012. “Medieval Islamic Copper Alloys”. En P. Jett, B. McCarthy y J. G. Douglas (eds) *Scientific Research on Ancient Asian Metallurgy: Proceedings of the Fifth Forbes Symposium at the Freer Gallery of Art*. Londres: Archetype: 253.

<sup>100</sup> Fábregas, A. y A. García Porras. 2009. “Redes de comercio genovesas en el sur de la Península Ibérica. Circulación mercantil y transferencias productivas”. En I. del Val Valdivieso, P. Martínez Sopena y J. Valdeón Baroque (eds) *Castilla y el mundo feudal. Homenaje al profesor Julio Valdeón*. Valladolid: Junta de Castilla y León y Universidad de Valladolid: 639-655.

<sup>101</sup> Craddock, P. T., S. La Niece y D. R. Hook. 1998. “Brass in the Medieval Islamic World”. En P. T. Craddock (ed) *2000 years of Zinc and Brass*. British Museum Occasional Papers 50. Londres: British Museum: 73-113.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	383/807



niveles de alúmina habrían de ser también más elevados que entre los vidrios pobres en cobre, cuando hemos visto que la situación es, en realidad, a la inversa.

De este modo, hemos por ahora de dejar la interpretación en suspenso, a la espera de contar con más datos para explicar las características composicionales de estos vidrios.

He considerado útil situar aquí el análisis de un conjunto de 28 muestras procedentes de una serie de contextos domésticos en c/Real de Cartuja, en las afueras de la Granada nazarí (GRA-1; GRA-2 GRA-3, GRA-4; GRA-5; GRA-6; GRA-7; GRA-8; GRA-9; GRA-10; GRA-11; GRA-12; GRA-13; GRA-14; GRA-15; GRA-16; GRA-17; GRA-18; GRA-19; GRA-20; GRA-21; GRA-22; GRA-23; GRA-24; GRA-25; GRA-26; GRA-27 Y GRA-28)<sup>102</sup>. Aunque se fechan entre los siglos XIII y XV<sup>103</sup>, y por tanto muchos de ellos pueden ser sensiblemente más tempranos que los procedentes de la Alhambra, parece interesante compararlos de forma directa con estos. Todos las muestras proceden de objetos de vidrio soplado, con algunos ejemplos de soplado a molde.

Las diferencias entre ambos conjuntos son claras, lo que parece indicar el uso de materias primas distintas. En lo que se refiere a los fundentes, el grupo de c/Real de Cartuja presenta un porcentaje elevadísimo de muestras cuyo contenido de potasio supera el 5% (GRA-01, GRA-03, GRA-04, GRA-07, GRA-08. GRA-11, GRA-14, GRA-15, GRA-16, GRA-17, GRA-18, GRA-19, GRA-20, GRA-21, GRA-23, GRA-27 y GRA-28), como se ilustra en las figuras 6.49 y 6.50. La distribución de las muestras en lo que se refiere a la relación  $MgO-K_2O$  es, además, mucho más dispersa que entre los vidrios alhambrenos, que como decíamos forman en general un grupo extremadamente compacto. Tres de las muestras (GRA-07, GRA-11 y GRA-17) presentan un contenido de potasio que se sitúa por encima del 11%  $K_2O$ . Estos vidrios, sin embargo, presentan lecturas relativamente elevadas de sodio, con lo que de nuevo debemos asociarlos al uso de cenizas mixtas. Dos de las muestras (GRA-05 y GRA-06) presentan lecturas muy reducidas de potasio (1,60% y 1,58%  $K_2O$  respectivamente), pero esto parece responder a las proporciones de cenizas (sódicas) y arena empleadas en la tanda de

<sup>102</sup> No existen datos correspondientes a los elementos traza para las muestras GRA-8, GRA-22 y GRA-24.

<sup>103</sup> Carta, R., A. González y J. A. Narváez. 2011. "Las afueras de la ciudad nazarí de Granada. Evolucion del 'area de Real de Cartuja a la luz de una intervención arqueológica". En A. Malpica y A. García Porras (eds) *Las ciudades nazaries. Nuevas aportaciones desde la arqueología*. Granada: Universidad de Granada: 107-34.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	384/807



vidrio a la que pertenecían porque, como veremos a continuación, presentan valores de impurezas asociadas a las arenas (alúmina y hierro) más elevadas que el resto, pero dentro de la misma línea de tendencia.

La relación Na:K en los vidrios sódicos (es decir, aquellos que presentan un contenido de potasio inferior al 5%) se sitúa, de nuevo, dentro de un rango amplio, entre 3,64:1 (GRA-12) y 8,93:1 (GRA-05), si bien la mayoría se sitúan en proporciones entre 4:1 y 6:1.

Observando los indicadores que venimos empleando para analizar las fuentes de sílice nos encontramos de nuevo con un cuadro muy distinto al presentado por los vidrios alhambrenses. Las muestras de c/Real de Cartuja presentan un grupo muy compacto en lo que se refiere a la relación Al-Fe, formando una nítida línea de tendencia que se mueve entre lecturas bajas de hierro y moderadas de alúmina y valores moderados de hierro y elevados de alúmina, como se refleja en la Figura 6.51. La única muestra que se sustrae a esta línea de tendencia es GRA-11, que presenta un contenido muy bajo en hierro (0.36% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y elevado de alúmina (4,31% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), si bien en otros aspectos su composición resulta en todo asimilable a la del resto de muestras, presentando un perfil similar en los elementos traza aportados por las arenas, como veremos seguidamente. Resulta, en cualquier caso, destacable que no exista aparente diferencia en estas variables entre los vidrios producidos con cenizas sódicas y los producidos con cenizas mixtas, lo que parece indicar el uso de las mismas fuentes de arena con cenizas de distinta procedencia.

El perfil de todos estos vidrios, más allá de algunas pequeñas divergencias (por ejemplo, la muestra GRA-09 presenta una lectura elevada de bario – 498 ppm Ba), en lo que se refiere a los elementos traza que estamos empleando para caracterizar las arenas, es prácticamente idéntico, presentándose su promedio en la Figura 6.52. La presencia de bario resulta también bastante variable, lo que como hemos venido viendo es la nota general en todos los conjuntos.

La relación Ca:Sr se sitúa en todas las muestras por debajo de la proporción 200:1, lo que sugiere que el calcio presente en las muestras procede de las cenizas, sin añadido deliberado de óxido de calcio.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	385/807



Por otro lado, se trata de vidrios considerablemente “limpios” de aquellos elementos traza que, como hemos venido viendo, pueden ser indicativos de prácticas de reciclaje. Los únicos que presentan trazas significativas de estos son GRA-01 (124 ppm Pb; GRA-07: 183 ppm Sb; 258 ppm Pb; GRA-10: 139 ppm Pb; GRA-14: 116 ppm Pb; GRA-25: 194 ppm Pb; y, GRA-28: 164 ppm Pb). De cualquier forma, no dejan de ser cantidades muy pequeñas, lo que sugiere que, de tratarse, en efecto, de indicios de prácticas de reciclaje, estas distarían de ser sistemáticas, siendo muy episódicas.

En contraste con los vidrios de la Alhambra, los procedentes de c/Real de Cartuja presentan en todos los casos concentraciones muy reducidas de cobre, que en ningún caso supera el 0.06% (GRA-04). Esto evidencia que ninguna de estas muestras fue sometida al mismo proceso, cualquiera que este sea, al que se vieron sujetas las muestras con alto contenido en cobre del conjunto de vidrios de la Alhambra.

La mayor parte de estas muestras presentan coloraciones “naturales” verdes, amarillas y verdes azuladas, exceptuando varios vidrios incoloros. Una vez más, vemos que la simple correlación  $\text{MnO}:\text{Fe}_2\text{O}_3$  resulta por sí misma insuficiente para definir las prácticas decolorantes puestas en práctica por los vidrieros andalusíes. Si bien la muestra incolora GRA-25 (1,36% MnO-0,61%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) supera el ratio 2:1 propuesto por Silvestri y colaboradores<sup>104</sup>, GRA-11 (0,62% MnO-0,36%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) y GRA-28 (0,99% MnO-0,46%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) se aproximan a él, en GRA-15 (0,64% MnO-0,63%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) y GRA-20 (0,61% MnO-0,55%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) los contenidos de manganeso y hierro son prácticamente idénticos, y en GRA-24 (0,56% MnO-0,82%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) la relación “ideal” prácticamente se invierte. Mientras tanto, en algunos de los vidrios coloreados naturalmente, por ejemplo en GRA-21 (0,91% MnO-0,45%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), la relación 2:1 se alcanza sin éxito (asumiendo que el contenido de manganeso es deliberado, como parece colegirse de un porcentaje en masa que roza el 1%). GRA-17 (0,84% MnO-0,49%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), presenta una coloración púrpura, característica de vidrios tratados con manganeso en condiciones oxidantes<sup>105</sup>, aunque esto no aclara si el manganeso fue añadido de forma deliberada.

<sup>104</sup> Silvestri, A., G. Molin, y G. Salviulo. 2005. “Roman and medieval glass from the Italian area: bulk characterization and relationships with production technologies”. *Archaeometry* 47: 797-816; Silvestri, A. 2008. “The coloured glass from Iulia Felix”. *Journal of Archaeological Science* 35: 1489-1501.

<sup>105</sup> Green, L. R. y F. A. Hart. 1987. “Colour and Chemical Composition in Ancient Glass: An Examination of some roman and wealden glass by means of ultraviolet-visible-infra-red spectrometry and electro microprobe analysis”. *Journal of Archaeological Science* 14: 276-7.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	386/807





Dada la coherencia composicional en estos vidrios, vamos a definir provisionalmente un grupo de fuentes de sílice, denominado Granada.

### Jerez

El siguiente grupo de muestras que vamos a analizar procede de tres yacimientos situados en y en el entorno del Alcázar de Jerez de la Frontera (Cádiz), concretamente los Baños Árabes del alcázar<sup>106</sup>, el Palacio de Villavicencio y c/ Manuel González<sup>107</sup>. Todos estos vidrios están fechados en contextos de finales del siglo XV. El conjunto lo forman dieciocho muestras de objetos de vidrio soplado de diversas coloraciones (verdes de distintas tonalidades, azules, amarillos e incoloros) (JER-119, JER-129, JER-121, JER-122, JER-123, JER-124, JER-125, JER-126, JER-127, JER-128, JER-129, JER-130, JER-141, JER-142, JER-143, JER-144, JER-145 y JER-146) y diez procedentes de pulseras (negras, azules, blancas, amarillas verdes y ámbar) (JER-131, JER-132, JER-133, JER-134, JER-135, JER-136, JER-137, JER-138, JER-139 y JER-140).

Todos estos vidrios fueron producidos con cenizas de plantas sódicas, como ilustran las figuras 6.53 y 6.54, lo que los sitúa de forma meridana dentro de nuestro grupo Fundentes 2. Las muestras presentan un rango de potasio considerablemente estrecho (casi todas las muestras, excepto dos (que presentan valores ligeramente inferiores al 2%), presentan unas lecturas de potasio entre el 2% y el 4% K<sub>2</sub>O) lo que sugiere el uso regular y sistemático del mismo tipo de cenizas, con un rango de magnesio mucho más amplio. No parece haber diferencias significativas en este sentido entre las muestras procedentes de objetos de vidrio soplado y pulseras. El contenido de calcio es, por otro lado, bastante variable, oscilando entre el 2,84% (JER-138) y 9,98% CaO (JER-135). En algunas de las muestras que pudieron analizarse por LA-ICP-MS (no existen datos para las muestras JER-122, JER-123, JER-130, JER-141, JER-142, JER-143, JER-144, JER-145 y JER-146), el ratio Ca:Sr supera el umbral de 200:1, en

<sup>106</sup> Fernández Gabaldón, S. 1987. "Vidrios islámicos de los baños árabes del Alcázar de Jerez de la Frontera (Colección Menéndez Pidal)". In *Arqueología Medieval Española II. Congreso*. (Madrid 19-24 enero 1987). Tomo II. Comunicaciones. Madrid: 607-616.

<sup>107</sup> Barrionuevo, F. Sin fecha. *Carta Arqueológica de Jerez*.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	387/807



ocasiones de forma significativa (por ejemplo 250,89:1 en JER-120 y 242,18:1 en JER-128), lo que acaso indique el añadido deliberado de óxido de calcio a la mezcla.

El cuadro que ofrece la relación Al:Fe también apunta al uso sistemático de unas materias primas bien definidos. Como ilustra la figura 6.55 las muestras dibujan una nítida línea de tendencia, desde una región de contenido moderado en alúmina y bajo en hierro hasta una región de alúmina muy elevada y hierro moderadamente alto. Nuevamente, no parecen existir distinciones entre las muestras procedentes de vidrios soplados y las procedentes de pulseras. Aunque enmarcada en la misma línea de tendencia, la muestra JER-146 (para la que desafortunadamente no contamos con muestras de elementos traza), merece atención especial al presentar concentraciones reducidísimas tanto de alúmina (0,50%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) como de hierro (0,21%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). La muestra también presenta la proporción de sílice más alta de todo el conjunto (68,69%  $\text{SiO}_2$ ), lo que, junto al bajísimo contenido en impurezas denota el uso de una fuente especialmente pura o madura de arenas o, más plausiblemente, guijarros de cuarcita triturados. Claramente fuera de la línea de tendencia quedan las muestras JER-134 y JER-135, que presentan contenidos elevados de hierro (1,17% y 1,48%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  respectivamente), pero que fundamentalmente destacan por presentar proporciones elevadísimas de alúmina (7,91% y 8,98%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  respectivamente). Las muestras proceden de sendas pulseras de color negro y también presentan lecturas elevadas de calcio (8,86% y 9,98%  $\text{CaO}$ ). Es muy probable que la coloración negra de estas pulseras sea producto de la interacción del hierro con el azufre<sup>108</sup>, si bien las técnicas empleadas para este estudio no permiten asegurarlo. De cualquier forma, es posible argumentar que la presencia de alúmina en estos vidrios resulte de su sometimiento a ciclos sucesivos de reciclaje, aunque el mecanismo de acumulación de la alúmina no está claro. Además, aunque el promedio de alúmina entre las pulseras (5,40%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) es significativamente mayor que entre las muestras procedentes de vidrio soplado (4,41%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), varias de estas últimas presentan cantidades muy elevadas de alúmina (e.g. JER-142: 6,30%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; JER-1305,84%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), con lo que tampoco es posible hacer una distinción nítida entre ambos grupos. Los clásicos indicadores de reciclaje (Co; Cu; Sb;

<sup>108</sup> Green, L. R. y F. A. Hart. 1987. "Colour and Chemical Composition in Ancient Glass: An Examination of some roman and wealden glass by means of ultraviolet-visible-infra-red spectrometry and electro microprobe analysis". *Journal of Archaeological Science* 14: 276-7.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	388/807



Pb, etc.) también ofrecen lecturas reducidas, excepto cuando parecen haber sido empleadas como colorantes/opacificantes de forma deliberada (ver *infra*).

El examen de los elementos traza que hemos venido caracterizando arroja, por otro lado, la existencia de dos grupos más o menos bien definidos. Uno de ellos se caracteriza por presentar elevadas concentraciones de titanio (>1900 ppm Ti) y circonio (>200 ppm Zr), mientras que el otro presenta cantidades más acordes con las presentes en vidrios pertenecientes a otros grupos (<1100 Ti; <150Zr). El circonio presente en las muestras también presenta una previsible (y altísima) correlación con el hafnio (coeficiente de correlación: 0,98), que frecuentemente lo acompaña en el compuesto zircón ( $ZrSiO_4$ ). Por lo demás, los perfiles de elementos traza de estos dos grupos no presentan grandes diferencias (ver Figura 6.56), pero las diferencias con el circonio son intrigantes, toda vez que su coeficiente de correlación con el titanio (otro elemento directamente procedente de las arenas), no es excesivamente acusado (0,56) y aquellos con la alúmina y el hierro (cuyo coeficiente de correlación entre sí es de 0,94), es negativo (-0,60 con  $Al_2O_3$  y -0,49 con  $Fe_2O_3$ ). Basándonos en estas diferencias en las proporciones de circonio, vamos a establecer dos grupos de forma preliminar, Jerez 1 (alto circonio-titanio) y Jerez 2 (bajo circonio-titanio).

Finalmente, en lo que se refiere a las coloraciones, buena parte de los vidrios soplados presentan una coloración natural verde o amarillenta (ver Apéndice 1 para las coloraciones correspondientes a cada muestra), lo que plantea pocas dificultades interpretativas porque todos estos vidrios manifiestan concentraciones de hierro sustancialmente más altas que de manganeso. Las cantidades de manganeso presente en estos vidrios son bastante variables, oscilando entre 0,07 y 1,11% MnO, lo que parece indicar que el añadido deliberado de manganeso como decolorante se practicaba pero no de forma sistemática, y no siempre con éxito. JER-124 y JER-141, por su parte, presentan coloraciones azules. No contamos con datos referidos a los elementos traza presentes en JER-141, pero parece claro que la coloración de JER-124 responde a la presencia de una pequeña (pero suficiente, debido al enorme poder colorante de este elemento) cantidad de cobalto (747 ppm Co). Ambas muestras también presentan cantidades muy superiores de cobre al resto del grupo (0,18% y 0,17% CuO respectivamente), cuando el resto de muestras procedentes de objetos de

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	389/807



vidrio soplado no supera el 0.03% CuO. Las dos piezas incoloras del conjunto, JER-144 y JER-146 presentan, al contrario que las que presentan una coloración “natural”, cantidades superiores de manganeso que de hierro (0,78% MnO-0,58% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y 0.39% MnO-0.21% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, respectivamente). Aunque ninguno alcanza la proporción 2:1 propuesta por Silvestri y colaboradores, la cantidad de manganeso presente en JER-144 permite argumentar su uso deliberado como decolorante. JER-146, por su parte, presenta una concentración de manganeso bastante reducida, muy por debajo de los umbrales convencionales que hemos estado manejando. No obstante, debemos dejar abierta la posibilidad de su añadido deliberado por diversos motivos. Se trata este de un vidrio que ya hemos mencionado por su alta concentración de sílice, indicando el uso de arenas naturalmente puras o maduras o de guijarros silíceos. Esta *chaîne opératoire*, potencialmente más compleja que la que implica el uso de arenas sin purificar, se combina con la propia tipología del recipiente del que procede la muestra (ver Figura 6.57), una jarra de elaboradísima decoración que manifiesta una gran calidad técnica. Es incluso necesario considerar que la pieza no sea de producción local, aunque al no estar disponibles los datos correspondientes a los elementos traza resulta imposible tener la certeza.

Con respecto a las pulseras<sup>109</sup>, las concentraciones de hierro y plomo en las pulseras negras (JER-131, JER-132, JER-133, JER-134 y JER-135) parecen insuficientes para explicar la coloración de las pulseras por saturación en estos metales (la concentración máxima es de 1,57% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y 0.05% PbO en JER-131), con lo que debemos asumir que esta se consiguió por interacción del azufre y el hierro presente en los vidrios (ver más arriba). La muestra JER-137, que fue extraída de una porción verde correspondiente al cuerpo de la pulsera, debe su coloración a la presencia de una significativa cantidad de cobre 0.75% CuO, y su opacidad a su concentración en estaño (0,24% SnO<sub>2</sub>) y plomo (0,42% PbO). JER-138, de coloración azul cobalto, presenta una concentración muy significativa (teniendo en cuenta el poder colorante de este elemento) de 0,11% CoO, asistida por la concentración de cobre (0,33% CuO). En JER-139 y JER-120, dos pulseras de color ambarino y amarillo, respectivamente, los habituales elementos colorantes están ausentes, con lo que es necesario suponer que

<sup>109</sup> No fue posible registrar el color correspondiente a la muestra JER-136

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	390/807



la coloración de la pieza es producto de la concentración en manganeso (0,31% y 0,41% MnO respectivamente) y hierro (1,32% y 1,30% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> respectivamente).

### Sevilla

El siguiente conjunto de vidrios a analizar proceden del Patio de San Laureano de Sevilla,<sup>110</sup> habiendo sido todos ellos identificados en un basurero fechado a finales del siglo XV. El conjunto comprende siete muestras procedentes de objetos de vidrio soplado (MASE-277; MASE-287; MASE-180; MASE-281; MASE-283; MASE-287 y MASE-293), aunque tres de ellos corresponden a elementos de suspensión aplicados (MASE-280; MASE-283- y MASE-293) y diez muestras correspondientes a pulseras (MASE-276; MASE-282; MASE-284; MASE-285; MASE-286; MASE-289; MASE-290; MASE-291; MASE-292 y MASE-296).

Las figuras 6.58 y 6.59 ilustran la relación MgO-K<sub>2</sub>O en estas muestras, indicando el uso de plantas sódicas, con sólo una posible excepción (MASE-289), que presenta un notable contenido de magnesio (6,27% MgO) y de potasio (7.05% K<sub>2</sub>O). Esto quizás sugiera el uso de cenizas de álcalis mixtos, pero la presencia de un elevadísimo contenido de alúmina (9,40% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) en esta muestra quizás esté indicando otra cosa. Recordemos que la muestra procede de una pulsera, y que muchas de las pulseras presentes en el conjunto de Jerez presentaban contenidos comparables de alúmina. Ya anteriormente argumentábamos que la presencia de estos contenidos tan elevados de alúmina sea acaso indicativa de que estas pulseras han sido objeto de prácticas de reciclaje, si bien no termina de estar claro por medio de qué mecanismos. De ser esta la interpretación correcta, el contenido de potasio posiblemente pudiese explicarse por la prolongada exposición del vidrio a los gases del combustible. Sin embargo, esto no parece aplicarse a las muestras correspondientes a pulseras de Jerez, cuyo contenido en potasio (promedio 2,82% K<sub>2</sub>O) es apenas ligeramente superior al de las muestras procedentes de objetos de vidrio soplado (2,66% K<sub>2</sub>O). Por

<sup>110</sup> Arenas, P. y I. Carrasco. 2005. *Informe. Excavación arqueológica del muladar. Fase II. Proyecto Marco Conjunto San Laureano*. Informe de Excavación Inédito; Carrasco, I., A. Jiménez, P. Lafuente, A. Martín y P. Arenas. 2013. "La historia del patio de San Laureano de Sevilla a través de las excavaciones arqueológicas (2002-2007)". *Archivo Hispalense* 291-293: 119-67.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	391/807



otro lado, el contenido en fósforo, otro elemento cuyo contenido puede elevarse por esta exposición<sup>111</sup>, de las pulseras (0.63%  $P_2O_5$ ) es de hecho inferior a la de las muestras procedentes de objetos de vidrios soplado (0,71%  $P_2O_5$ ). El contenido en fósforo de MASE-289 (0,36%  $P_2O_5$ ) es, por otro lado, bastante reducido, lo que acaso indique que, en efecto, el contenido en magnesia y potasa es producto del uso, en esta muestra aislada, de cenizas con álcalis mixtos.

Ya hemos comentado que estas muestras pueden ser enormemente significativas para descartar las proporciones Na:K propuestas para el Mediterráneo occidental (ver capítulos anteriores). En el Capítulo 5 veíamos con claridad como los vidrieros sevillanos obtenían sus cenizas de manos de proveedores locales en forma de *mazacote* (los nódulos de ceniza que se forman con la incineración en hoyas excavadas en el terreno). En las muestras correspondientes a nuestro conjunto, una vez excluida MASE-289, la relación Na:K oscila entre 3,96:1 (MASE-292) y 11,06:1 (MASE-290), de nuevo un rango muy amplio y que supera en mucho las estimaciones publicadas. El promedio se sitúa en 6,22:1.

Llamativamente, por otro lado, el ratio Na:Sr arroja resultados muy elevados (promedio 553,80:1), lo que parece sugerir que el calcio presente en el vidrio, que presenta resultados moderadamente bajos entre las muestras procedentes de objetos de vidrio soplado (5,36% CaO) y algo más elevados entre las muestras procedentes de pulseras (7,35% CaO), era añadido a éste en forma de óxido de calcio, en lugar de proceder de las cenizas vegetales empleadas como fundente. La única muestra que se sustrae de esta dinámica es MASE-289, que como hemos visto presenta las lecturas de potasio más altas de todo el conjunto, lo que puede deberse al uso de cenizas de álcalis mixtos y, presumiblemente más ricas en calcio que las empleadas para las otras muestras.

En lo que se refiere a las fuentes de sílice, los materiales procedentes de Sevilla destacan sobre los demás que hemos venido analizando por su elevado contenido tanto en hierro como en alúmina. Las muestras procedentes de objetos de vidrio soplado presentan un contenido promedio de alúmina de 5,11%  $Al_2O_3$  y de hierro de

<sup>111</sup> Paynter, S. 2008. "Experiments in the Reconstruction of Roman Wood-Fired Glassworking Furnaces: Waste Products and Their Formation Processes". *Journal of Glass Studies* 50: 289-90.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	392/807



1,67%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , mientras que las procedentes de las pulseras presentan un contenido de alúmina de 7,72%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y de hierro de 1,52%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Así, mientras existe un pequeño grupo de muestras (Figura 6.60) que presenta un contenido moderadamente alto tanto en hierro como en alúmina, existe otro grupo, mucho más disperso, en el que los contenidos de hierro pueden considerarse altos y moderadamente altos, pero en el que los contenidos de alúmina son elevadísimos, situándose por encima del 6%. En este caso es posible establecer una distinción entre el vidrio soplado y las pulseras, porque, aunque dos de las pulseras entran en el primer grupo del que hablamos, el resto presentan contenidos elevadísimos sobre todo de alúmina. Esto parece indicar, más allá de que los contenidos de alúmina en las pulseras puedan deberse, al menos parcialmente, a su posible origen en las prácticas de reciclaje, al uso de fuentes de silicio, con toda probabilidad arenas, poco maduras y por tanto ricas en impurezas. Es también relevante mencionar que las muestras procedentes de objetos de vidrio soplado forman una línea de tendencia bastante nítida, pero no así las correspondientes a pulseras, lo que es otro argumento en favor de que el contenido en alúmina de estas esté motivado no sólo por el origen de las arenas, sino también por otros factores añadidos. Esta interpretación resulta aún más plausible si observamos que las tres muestras procedentes de objeto soplado con mayores contenidos de alúmina, MASE-280 (6,73%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), MASE-283 (6,00%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) y MASE-293 (6,68%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) son elementos aplicados a los recipientes, estando fuertemente coloreados (MASE-280 y MASE-283 son azul oscuro y MASE-293 es un azul-falso negro), con lo que parece claro que para este tipo de elementos, que pueden trabajarse a baja temperatura, se empleaban los mismos vidrios utilizados para las pulseras.

El perfil de elementos traza de las cuatro muestras de vidrio soplado (una vez excluidos las procedentes de elementos de suspensión) arrojan resultados poco coincidentes. La muestra MASE-278 se distingue con claridad del resto por su elevado contenido en circonio (376 ppm Zr) y hafnio (9 ppm Hf), lo que, junto con el resto de elementos lo asimila con el grupo Jerez 1, que veíamos en el apartado anterior (en esto coincide con MASE-292, un fragmento de pulsera con un perfil prácticamente idéntico) (Figura 6.61). Las restantes muestras proceden de objetos de vidrio soplado, y aunque existen estrechas similitudes, por ejemplo en los niveles de titanio, rubidio,

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	393/807





estroncio, circonio y hafnio, las diferencias en otros elementos, como el bario, resultan significativas, lo que no recomienda agrupar estas muestras, como ilustra la Figura 6.62.

Por otro lado, las muestras MASE-280 y MASE-293 (elementos aplicados) y MASE-282 (pulseras) presentan un perfil prácticamente idéntico (ver Figura 6.63), lo que permite, con bastante nivel de confianza agruparlos bajo el grupo preliminar Sevilla (si bien esto sólo ha de hacerse con gran cautela, dado el pequeño número de muestras implicadas).

El resto de perfiles de elementos traza no coincide con ninguno de los grupos que hemos mencionado (el sevillano y el jerezano), presentando concentraciones de elementos traza bastante dispares. En principio, no dudáramos en asociar esta disparidad con el efecto de las prácticas de reciclaje, pero el hecho de que el único grupo definido en el conjunto de vidrios sevillanos se componga de dos elementos de suspensión y una pulsera puede indicar dos cosas: que existía una producción de vidrio que hacía uso de arenas extremadamente ricas en alúmina (lo que parece poco probable, dado que la relación Al:Fe en estos vidrios no presentan una correlación clara); y, que los vidrieros discriminaran, al menos hasta cierto punto, los vidrios a su disposición para el reciclaje (asumiendo que nuestra interpretación del alto grado de alúmina como producto del mismo es correcta) para evitar su mezcla excesiva. De ser así, el grupo Sevilla reflejaría una selección de materias primas con gran incidencia entre los vidrios producidos en la ciudad de Sevilla a finales del siglo XV, quizás desdibujada en otras muestras a causa de su mezcla frecuente con otras composiciones. Esto contribuiría a explicar que sólo existan tres muestras “puras” en todo el conjunto. Es, naturalmente, posible que la “supervivencia” de esta supuesta composición “matriz” en estas tres muestras sea casual, y no producto de una práctica deliberada de selección de vidrio para el reciclaje.

En referencia a las coloraciones, MASE-277, MASE-278, MASE-281 y MASE-287 presentan coloraciones naturales verdes producto de las impurezas de hierro, dado que sus niveles de manganeso son bajas, oscilando entre 0.18% (MASE-281) y 0.66% (MASE-287) MnO, mientras que las de hierro no bajan de 1,22% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Esto también es

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	394/807



aplicable al cuerpo de la pulsera MASE-292, que presenta una coloración natural verde pálido (0,06% MnO; 1,38% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

Por su lado, MASE-280 y MASE-283 (elementos aplicados) presentan una coloración azul muy oscura, casi negra (aunque el grado de saturación de color no sea suficiente para definirlo como un falso-negro). Las muestra presentan una elevada concentración de hierro (1.94% y 1,84% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> respectivamente), pero esto por si sólo parece ser insuficiente para justificar la coloración, lo que posiblemente indique la interacción de este hierro con el azufre (del que carecemos de datos). Ambas muestras presentan lecturas muy reducidas de los otros elementos colorantes y opacificantes habituales, tales como el cobalto, el cobre, el estaño, el antimonio y el plomo<sup>112</sup>. La coloración de MASE-290 (una pulsera de color azul, sensiblemente más pálido que el que presentan las dos muestras anteriores), parece claramente producto del uso de cobalto como colorante (0.09% CoO), ayudado quizás por cierta presencia de cobre (0.09% CuO). MASE-296, por su parte, es una pulsera que alterna dos espirales, una blanca y la otra azul oscuro (ver Figura 6.64), habiendo sido la muestra extraída de este último. Es este un caso parecido al de la muestra anterior en lo que se refiere al uso de sustancias colorantes (0,06% CoO; 0,11% CuO).

#### *Málaga. Siglo XVI.*

El próximo conjunto de muestras que analizaremos procede de la ya conocida intervención de Molina Larios<sup>113</sup>, y en concreto de unos niveles fechados a principios del siglo XVI, esto es, tras la conquista cristiana de la ciudad y el final del reino nazarí. El conjunto incluye seis muestras (MA-ESP01, MA-ESP02, MA-ESP03, MA-ESP04, MA-ESP05 y MA-ESP06), todas las cuales proceden de objetos de vidrio soplado.

Todos estos vidrios, con la excepción de MA-ESP01, parecen haber empleado cenizas sódicas como fundente, presentando unas concentraciones de magnesio de entre 2,72% y 4,57% MgO y de potasio de entre 2,44 y 3,65% K<sub>2</sub>O, esto es, dentro de

<sup>112</sup> Idéntica interpretación podemos hacer de las numerosas piezas negras incluidas en el conjunto, que son MASE-293 (elemento aplicado), y MASE-276, MASE-282, MASE-284, MASE-285, MASE-286, MASE-289 y MASE-291 (pulseras).

<sup>113</sup> Navarro, I. 1998. *Informe preliminar de la 3a fase de la intervención arqueológica en c/Molina Lario (Málaga) (Excavación arqueológica en la Plaza del Obispo)*. Informe de Excavación Inédito.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	395/807



unos márgenes que hemos encontrado repetidamente entre el material malagueño procedente de otros contextos (ver secciones anteriores). La excepción es MA-ESP01, cuyo elevado contenido de potasio (11,23%  $K_2O$ ) y sodio (10,31%  $Na_2O$ ) indica el uso de cenizas con álcalis mixtos. Las figuras 6.65 y 6.66 ilustran la posición de estos vidrios con respecto a nuestros grupos Fundentes 1 y Fundentes 2.

La relación Na:Sr vuelve a arrojar cifras que parecen indicar, excepto en los casos de MA-ESP01 y MA-ESP02, el añadido deliberado de óxido de calcio al vidrio. De cualquier forma, recordemos que MA-ESP01 se trata de un vidrio producido con álcalis mixtos, lo que puede afectar a este ratio por la baja presencia de sodio en términos comparativos (10,31%  $Na_2O$ , cuando el promedio del resto de las muestras es de 15,89%  $Na_2O$ ). De cualquier forma, esta muestra presenta una concentración elevada de calcio (11,13%  $CaO$ )

En términos de alúmina y hierro, como indicadores de la fuente de sílice empleada, las muestras arrojan unos resultados que de nuevo nos remiten a anteriores muestras malagueñas, como se ilustra en la Figura 6.67. Las muestras, que parecen seguir la habitual línea de tendencia en la relación entre estos elementos, forman una distribución bastante amplia, que va desde una cantidad moderadamente baja de alúmina y baja de hierro (MA-ESP02 presenta una concentración de alúmina de 1,15%  $Al_2O_3$ , y de hierro de 0,53%  $Fe_2O_3$ ) hasta concentraciones moderadamente altas de alúmina y hierro (MA-ESP05 presenta una concentración de alúmina de 4,41%  $Al_2O_3$  y de hierro de 1,44%  $Fe_2O_3$ ).

En términos de elementos traza procedentes de la fuente de sílice, como ilustra la figura 6.68, es posible identificar dos muestras cuyo perfil es prácticamente idéntico (MA-ESP03 y MA-ESP06) (ambas muestras también presentan cantidades muy similares tanto de hierro como de alúmina 3,52%  $Al_2O_3$  y 0,85%  $Fe_2O_3$  y 3,04%  $Al_2O_3$  y 0,80%  $Fe_2O_3$  respectivamente). Este grupo presenta cantidades relativamente elevadas de titanio (>1900 ppm Ti), circonio (c. 200 ppm Zr) y hafnio (c. 5 ppm Hf). MA-ESP01 presenta, de forma consistente, valores inferiores, mas no en exceso (v.g. 1436 ppm Ti; 145 ppm Zr; 4 ppm Hf) en todos los elementos considerados en estas muestras, pero con una curva llamativamente similar (con la única excepción del rubidio, que presenta en MA-ESP01 una concentración de 48 ppm Rb, en comparación con 9 ppm Rb MA-

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	396/807



ESP03 y 11 ppm Rb en MA-ESP06). Dado que la concentración de silicio presente en esta muestra (58,84% SiO<sub>2</sub>), es algo inferior a las presentadas por MA-ESP03 (61,39% SiO<sub>2</sub>) y MA-ESP06 (60,56% SiO<sub>2</sub>), puede proponerse que estas cantidades más reducidas en los elementos traza seleccionados sean producto de la presencia de cantidades menores de arena en la tanda primaria correspondiente a la muestra MA-ESP01. Si bien el número de muestras es pequeño, las similitudes en los perfiles resultan bastante enfáticas, con lo que asignaremos estos vidrios al grupo preliminar Málaga 3, cuyo perfil promedio se expresa en la Figura 6.69. Las otras tres muestras presentan un perfil que no puede ser asimilado a ninguno de los grupos preliminares definidos hasta el momento. Es posible que esto se deba a que estos vidrios han sido sometidos a diversos ciclos de reciclaje, como también puede deducirse de la presencia de algunos de los marcadores clásicos de esta práctica, en MA-ESP02 (108 ppm Cu; 884 ppm Sn; 1033 ppm Pb) y MA-ESP04 (217 ppm Cu; 945 ppm Sn; 1496 ppm Pb). Sólo una de las muestras correspondientes al grupo Málaga 3 (MA-ESP01) presenta cantidades significativas de cobre (259 ppm Cu).

Volvemos de nuevo a encontrarnos con vidrios que presentan un perfil similar de elementos traza, delatando el uso probable de las mismas arenas, pero contenidos muy divergentes en los elementos asociados a los fundentes. Hemos encontrados cuadros similares en otros conjuntos, por ejemplo en Jaén. Esto parece de nuevo indicarnos un uso flexible de los fundentes, posiblemente empleados en función de su disponibilidad, sobre una fórmula de vidrio que, en otros aspectos, resulta bastante estable.

Todas estas muestras, excepto MA-ESP06 presentan una coloración “natural”, verdosa, producto de la presencia de impurezas de hierro en la fuente de sílice; es posible que el color turquesa de la muestra MA-ESP04 se vea ayudado por la presencia de trazas de cobre (217 ppm Cu). Por su lado, MA-ESP06 es un vidrio incoloro, a pesar de que la ratio Mn:Fe se encuentra muy alejada del umbral óptimo definido por Silvestri<sup>114</sup> (las concentraciones en esta muestra son (0,38% MnO; 0,80 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

<sup>114</sup> Silvestri, A., G. Molin, y G. Salviulo. 2005. “Roman and medieval glass from the Italian area: bulk characterization and relationships with production technologies”. *Archaeometry* 47: 797-816.

En contraste con los otros conjuntos malagueños analizados con anterioridad, ninguna de las muestras pertenecientes a este grupo presenta indicio alguno de contener vidrio romano reciclado.

### *Carmona*

El último conjunto de muestras que vamos a analizar procede de dos yacimientos urbanos de la ciudad de Carmona (Sevilla), Plaza de Santiago <sup>115</sup>, y Plazuela de Juan Facúndez <sup>116</sup>. El conjunto incluye un fragmento de vidrio de ventana (CAR-317) y un fragmento de vidrio soplado (CAR-320), identificados en contextos de Plaza de Santiago, fechados entre los siglos XII y XIII, y dos fragmentos de vidrio soplado (CAR-326 y CAR-329), también de Plaza de Santiago, fechados entre el siglo XV y principios del XVI, además de un fragmento de pulsera (CAR-323) identificada en un contexto, igualmente del siglo XV o principios del XVI en Plazuela de Juan Facúndez.

Una de estas muestras (CAR-317) es evidentemente un relicto, cuyas concentraciones de magnesia (0,63% MgO) y potasio (0,52% K<sub>2</sub>O) lo identifican como un vidrio de natrón, con la coloración típica de los vidrios levantinos. No nos vamos a detener a analizar este vidrio en este punto, pero es importante recordar que Carmona fue una importante ciudad romana, por lo que el hallazgo de este vidrio en niveles medievales no debe causar extrañeza. Los otros cuatro son vidrios producidos con cenizas sódicas, con cantidades que oscilan entre 2,28% y 3,33% K<sub>2</sub>O. En lo que se refiere a las fuentes de sílice, los datos de la relación Al:Fe van en la misma línea que los conjuntos que hemos venido viendo a lo largo del capítulo. De cualquier forma, los elementos traza ofrecen unos datos interesantísimos. Si bien las muestras CAR-320 y CAR-329 no presentan paralelos en los grupos provisionales que hemos venido definiendo, CAR-323 presenta una correspondencia casi exacta con el grupo Sevilla (ver Figura 6.70), mientras que CAR-326 presenta una correspondencia casi igual de estrecha con el grupo Jerez 1 (ver Figura 6.71).

<sup>115</sup> Cardenete López, R., M. T. Gómez Saicedo, A. Jiménez Hernández, R. Lineros Romero y I. Rodríguez Rodríguez. 1990. "Excavaciones arqueológicas de urgencia en el solar de la Plaza de Santiago N° 1". *Anuario Arqueológico de Andalucía* 1990. II: 488-497.

<sup>116</sup> Román Rodríguez, J. M. 2004. "Excavación arqueológica preventiva en el solar No 3 de la Plazuela Juan Facúndez de Carmona (Sevilla)". *Anuario Arqueológico de Andalucía* 2004.1: 3132 -53.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	398/807



### *Conclusiones. Los fundentes.*

A lo largo de este capítulo hemos venido observando una considerable regularidad en las proporciones de magnesio y potasio, considerados los indicadores más fiables del tipo de fundentes empleados en la producción de vidrio. Si bien existen oscilaciones notables, las muestras forman en general un conjunto bastante compacto, siempre teniendo en cuenta la existencia de dos grupos más o menos bien definidos (Fundentes 1 y Fundentes 2), cuyo umbral se ha situado en el 5% K<sub>2</sub>O. Se ha atribuido la presencia de concentraciones de potasio superiores al 5% al uso de cenizas vegetales ricas en potasio pero que no pueden considerarse cenizas potásicas *sensu stricto*, porque estos niveles elevados de potasio se ven acompañados por niveles relativamente elevados de sodio, con lo que es necesario concluir que se trataría de cenizas de álcalis mixtos<sup>117</sup>.

Parece evidente, por tanto, que la producción de cenizas vidrieras no se limitaba a una sola especie, algo que ya se colige de las múltiples especies mencionadas en los documentos técnicos examinados en el Capítulo 5. Aunque como hemos venido comentando de forma repetida la composición de las cenizas resulta muy variable, viéndose afectada por numerosos factores ambientales, parece poco probable que estas diferencias resulten en un rango de contenidos de potasio tan amplias como las que hemos encontrado. Entre los vidrios producidos con cenizas vegetales la lectura más baja la encontramos en la muestra GRA-06 (1,58% K<sub>2</sub>O), y la más elevada en la muestra JAE-261 (12,79% K<sub>2</sub>O), es decir, una diferencia de 11,21%. Debemos por tanto asumir el uso de diversas especies vegetales, incluyendo plantas de álcalis mixtos con un contenido moderadamente alto en potasio, como el lentisco.

Es importante, de cualquier forma reseñar que las muestras correspondientes al grupo Fundentes 1 (>5%K<sub>2</sub>O) se limitan a un puñado de localizaciones, y que sólo el yacimiento de c/Real de Cartuja (Granada) engloba la mitad exacta de estas muestras, correspondiendo otro c. 22% a Jaén. Es difícil, sin un conjunto mayor de muestras y,

<sup>117</sup> Entre los vidrios potásicos alemanes empleados para sus promedios por Wedepohl y colaboradores el contenido medio de potasio es de 13,00% K<sub>2</sub>O y el de sodio apenas asciende a 0,89% Na<sub>2</sub>O. Wedepohl, K. H., K. Simon y A. Kronz. 2011. "The chemical composition including the Rare Earth Elements of the three major glass types of Europe and the Orient used in late antiquity and the Middle Ages". *Chemie der Erde* 71: 289-96.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	399/807



sobre todo, de localizaciones, proponer una explicación al carácter aparentemente localizado del uso de estas cenizas, pero recordemos que los documentos técnicos que examinábamos en el capítulo anterior hacían mención frecuente al punto de origen de las especies de plantas cuyo uso recomendaban.

De ser cierta, esta caracterización del proceso productivo estaría también indicando la flexibilidad de las prácticas, la habilidad de los vidrieros para adaptarse a distintos escenarios, por ejemplo en las circunstancias de abasto.

Esto me llevaba a proponer que las plantas recomendadas y empleadas dependerían mucho de la oferta local, más que de otras consideraciones técnicas. Tampoco parece descabellado pensar que este criterio tuviese aún mayor peso entre vidrieros enfrascados en la producción de vidrio de uso común, destinado al consumo local, como es razonable interpretar las distintas producciones que hemos analizado. Las únicas excepciones a esto sean quizás los vidrios procedentes de Madīnat al-Zahrā y, con muchas reservas, las recogidas durante la excavación del Secano en la Alhambra por el *Proyecto Talleres Reales de la Alhambra*.

Es, por otro lado, altamente probable que el empleo de plantas con alto contenido de potasio sea un fenómeno relativamente tardío. Antes de hacer afirmaciones taxativas al respecto necesitamos contar con un número de muestras mucho más amplia de las que hemos podido presentar en la presente tesis, pero lo cierto es que ninguno de los vidrios que hemos adscrito al grupo Fundentes 1 puede fecharse con anterioridad al siglo XIII. Esto puede atribuirse de forma tentativa al hecho, altamente probable, de que la tecnología del uso de fundentes vegetales en la producción de vidrio se consolidase en la Península Ibérica por influjo del Mediterráneo oriental y que al principio, los productores de vidrio seleccionasen aquellas especies con mayores afinidades con aquellas empleadas en aquella región, que son plantas sódicas. De ser el uso de estas especies que producen cenizas de álcalis mixtos, en efecto, una innovación tardía, es importante tratar de delimitar este proceso de innovación de forma más precisa, y de acotar cuáles son las posibles especies implicadas. De cualquier manera, que el uso de distintos tipos de cenizas era más o menos indiscriminado, y que parece ser el resultado de factores de conveniencia, más que deliberado, parece también colegirse del hecho de que, en

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	400/807





aquellos conjuntos en los que ambos tipos de ceniza parecen haber coexistido (especialmente los conjuntos de Granada y Jaén), las diferencias composicionales derivadas del uso de fundentes distintos no se corresponden con otras diferencias, como por ejemplo las derivadas del uso de distintas fuentes de sílice. Es decir, parece tratarse de talleres que, manteniendo una tradición productiva relativamente estable, hacían uso de los fundentes (sódicos o mixtos) que resultasen más accesibles en un momento determinado, sin que esto afectase a otras dimensiones del proceso de producción.

Lo que nuestros resultados sí parecen indicar con claridad es la necesidad de revisar los criterios propuestos para identificar los vidrios producidos con cenizas procedentes de distintas regiones mediterráneas (ver los detalles en el Capítulo 3)<sup>118</sup>, por lo menos en lo que se refiere a la Península Ibérica. Los resultados obtenidos hacen difícil sostener las cifras propuestas en la literatura que, recordemos, se basan en unos pocos análisis dispersos. Esto ha de sumarse al hecho de que, habida cuenta la evidencia que proporcionan las fuentes escritas, tanto archivística como técnica, parece poco probable que la Península Ibérica importase cenizas del exterior, siendo de hecho un exportador masivo hasta bien entrada la Edad Moderna<sup>119</sup>. Es necesario por tanto afrontar esta cuestión de forma sistemática. Esto supone caracterizar químicamente las cenizas de varias especies “vitrificables”, preferiblemente procedentes de distintas localizaciones y recogidas en distintas épocas del año. Por otro lado, estas cenizas deberían ser empleadas para la producción experimental de vidrio (preferiblemente en hornos tradicionales alimentados con leña, para observar también el posible efecto en la composición de la exposición de las tandas a los

<sup>118</sup> Tite, M. S., A. Shortland, Y. Maniatis, D. Kavoussanaki y S. A. Harris. 2006. “The composition of the soda-rich and mixed alkali plants used in the production of glass”. *Journal of Archaeological Science* 33: 1290; Cagno, S., K. Janssens y M. Mendera. 2008. “Compositional analysis of Tuscan glass samples: in search of raw material fingerprints”. *Anal. Bioanal. Chem* 391: 1390.

<sup>119</sup> Girón-Pascual, R. M. 2018. “Cenizas, cristal y jabón. El comercio de la barrilla y sus derivados entre España e Italia a finales del siglo XVI (1560-1610)” *eHumanista* 38: 215-32. Parece poder inferirse también de la literatura técnica examinada en el Capítulo 5, que las plantas utilizadas para la producción de cenizas para la producción de vidrio dependían de la disponibilidad local: e.g. *De Diversis Artibus* II. 4; *Sedacina* XXII, 4. Ver también Guidol, J. 1936. *Els vidres catalans*. Barcelona: Alpha: 156; Clark Hoover, H. y L. Henry Hoover (trans). 1950. *Georgius Agricola. De Re Metallica*. Nueva York: Dover: 585; Stanley, C. y M. T. Gnudi. 1990. *The Pirotechnia of Vannoccio Biringuccio. The Classic Sixteenth-Century Treatise on Metals and Metallurgy*. Nueva York: Dover: 127; Whitehouse, D. 2006. “The ‘Epistola Abreviatoria’: a description of glassmaking in Renaissance Spain”. En K. Janssens, P. Degryse, P. Cosyins, J. Caen y L. Van’t dack (eds) *Annales du 17e Congrès, AIHV*. Amberes: AIHV: 356.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	401/807



vapores generados por el combustible) para observar cómo se reflejan las composiciones de las cenizas en la del producto terminado.

### *Conclusiones. Sílice.*

Otra conclusión evidente de los resultados obtenidos es que, dada la aparente regularidad en las ratios Al:Fe el examen de los elementos traza supone una condición indispensable para la caracterización de los vidrios medievales ibéricos, toda vez que la relación entre alúmina y hierro no ofrece un mecanismo fiable para la distinción de vidrios que empleen distintas fuentes de sílice<sup>120</sup>. Es altamente probable que las cantidades absolutas que presentan las distintas muestras (como decimos los ratios son muy constantes) reflejen en gran medida la proporción de arena/guijarros presentes en cada tanda, más que el uso de arenas con perfiles geológicos diferentes.

No cabe la menor duda de que los grupos que hemos establecido en función de los perfiles de elementos traza no puede tomarse sino como muy provisionales, ya que en muchos casos están formados por un número muy limitado de muestras. Es incluso plausible que algunos de los grupos provisionales establecidos a lo largo del capítulo, especialmente aquellos formados por un número reducido de muestras, no sean sino un espejismo que no refleja otra cosa que tandas individuales de vidrio de las que hemos analizado más de una muestra.

De cualquier manera, la gran cantidad de grupos identificados, por provisionales que sean, delatan la utilización de una gran cantidad de fuentes de sílice distintas con perfiles geológicos bien diferenciados. Esto de nuevo abunda en la idea de una producción de vidrio fuertemente localizada y atomizada, en la que los vidrieros utilizarían recursos disponibles localmente. En alguna ocasión se ha hecho mención a los resultados obtenidos por Brems y colaboradores en su análisis de una

<sup>120</sup> Es conveniente igualmente tener en cuenta que el contenido de alúmina y hierro puede verse también afectado por contaminación con la arcilla de los crisoles en los que se fundía el vidrio, especialmente en un contexto en el que el vidrio era fundido y refundido en este tipo de recipientes (en contraste, por ejemplo, con los hornos cisterna), como parece haber sido el procedimiento habitual en al-Andalus, a juzgar por lo que nos ofrece el registro arqueológico (ver Capítulo 4). Ver también Duckworth, C. y D. Govantes-Edwards. En prensa. "Glass production in al-Andalus: new chemical data from Malaga". En J. López Rider y R. Córdoba de la Llave (eds) *Proceedings of Conference Technical Knowledge in Europe*. 2015.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	402/807



gran cantidad de arenas potencialmente vitrificables en el arco mediterráneo<sup>121</sup>. Es conveniente, de cualquier forma, insistir en el hecho de que los criterios de caracterización de arenas de este proyecto tenían como objetivo la identificación de arenas cuyo uso tuviera como resultado vidrios con perfiles composicionales compatibles con las composiciones típicas del mundo romano, quedando muchas de las arenas analizadas fuera de este rango por su bajo contenido en calcio, que de no suplementarse con otra fuente de calcio daría como resultado vidrios inestables. Sin embargo, ya hemos venido viendo que las cenizas vegetales empleadas como fundente serían en la mayor parte de los casos también la fuente de calcio, sin que éste se añadiese de forma deliberada, lo que necesariamente amplía el rango de arenas válidas.

No contamos aun con suficientes muestras, ni de arenas (especialmente del interior, ya que las analizadas hasta la fecha son todas arenas costeras) ni de vidrios, para tratar de comenzar a establecer correlaciones fiables que nos permitan hacer inferencias de mayor alcance, tales como posibles lugares de abasto, distancias entre yacimientos y lugares de producción, etc., si bien la considerable variabilidad en los perfiles de elementos traza que hemos presentado parece dejar pocas dudas acerca del uso de una gran cantidad de fuentes diferentes.

Podría argumentarse, como haremos al respecto de las composiciones en general en el apartado que sigue, que esta variabilidad puede ser el resultado de una intensa actividad de reciclaje, que ha contribuido a desdibujar los perfiles composicionales. Si bien esto resulta muy probable, también lo parece que algunos de los grupos que hemos establecido en función del perfil de elementos traza refleje de hecho tradiciones productivas más o menos estables y el uso regular de las mismas materias primas. Aunque esto no puede ser descartado por completo, parece improbable que algunos de los grupos definidos sean un espejismo causado por el análisis de varias muestras procedentes de una misma tanda de vidrio, bien por el número de muestras implicadas (especialmente el grupo Granada, con 25 muestras,

<sup>121</sup> Brems, D. y P. Degryse. 2014. "Western Mediterranean sands for ancient glass making". En P. Degryse (ed) *Glassmaking in the Greco-Roman World*. Lovaina: Leuven University Press: 38, Brems, D., P. Degryse, M. Ganio y S. Boyen. en prensa "The production of Roman glass with Western Mediterranean sand raw materials: Preliminary Results". *Glass Technology: European Journal of Glass Science and Technology*.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	403/807



Jerez 1, con 14, Jerez 2, con 10, y Jaén, con 14) bien por el carácter atípico de su perfil, como por ejemplo el grupo Almería y su anomalía positiva del europio.

Finalmente, también parece argumentar en favor de una localización considerable de la producción el hecho de que los grupos estén casi absolutamente circunscritos a los yacimientos en los que han sido identificados. Además de la muestra afín al grupo Jerez 1 encontrada en Sevilla, y las correspondientes a los grupos Jerez 1 y Sevilla identificados en Carmona, sólo ha sido posible identificar otra correspondencia, en concreto la muestra ALM-09, que ofrece una correspondencia prácticamente exacta con el grupo Sevilla (ver Figura 6.72), además de la posible presencia en la Málaga del siglo XII de muestras procedentes del taller del Casón de Puxmarina, en Murcia, que se encontraba en plena actividad en estas mismas cronologías. Aunque es imposible enfatizar suficientemente el hecho de que las muestras presentadas en este capítulo no pueden sino expresar un cuadro muy incompleto de la evidencia composicional en un marco geográfico y cronológico tan amplio como el que estamos englobando, la evidencia que nuestros conjuntos de muestras ofrece parece indicar sino una circulación muy limitada de objetos de vidrio terminado, una vez más apuntando al carácter eminentemente local de las producciones.

De igual manera, no ha sido posible identificar vidrio alguno que pueda relacionarse de forma nítida con la importación de objetos terminados o de vidrio en bruto, como han hecho de Juan y colaboradores en el Reino de Asturias.<sup>122</sup> En esto puede jugar un papel muy relevante el tipo de yacimientos de los que proceden la mayor parte de las muestras (zonas productivas y zonas de consumo sin relación con contextos áulicos).

### *Conclusiones. Colorantes y decolorantes.*

Una de las conclusiones que se derivan del análisis de nuestros conjuntos es la aparente dificultad en dirimir los mecanismos implicados en la relación entre el

<sup>122</sup> De Juan, J., N. Fernández Calderón, I. Muñiz, A. García Álvarez-Busto and N. Schibile. 2018. "Islamic soda-ash glasses in the Christian kingdoms of Asturias and León". *Journal of Archaeological Science: Reports* 22: 257-63.

manganeso, empleado históricamente como elemento decolorante, y el hierro, que aparece comúnmente como impureza en las fuentes de sílice, siendo el principal responsable de la coloración “natural” que presentan buena parte de los vidrios analizados.

Por un lado, los umbrales que se han propuesto para decidir si la presencia de manganeso en una muestra determinada es producto de la presencia de este elemento en las fuentes de sílice o de su añadido deliberado<sup>123</sup>, no terminan de encajar con la evidencia presentada en este capítulo, en el que se presentan gran cantidad de muestras cuya composición y comportamiento difieren de lo que determinan estos presupuestos. Es importante en este caso recordar dos puntos ya mencionados con anterioridad: primero, que la relación Mn:Fe por sí misma no resulta necesariamente una variable eficaz para “predecir” el comportamiento de un vidrio en términos de coloración. Las reacciones químicas relevantes para la misma resultan complejas, y en ellas intervienen otra serie de variables que no siempre encuentran reflejo en el perfil composicional de los vidrios, tales como las condiciones de oxidación del horno o la presencia de elementos para los que no siempre tenemos datos, como el azufre; segundo, estos umbrales han sido definidos a partir del estudio de grupos composicionales bien acotados, producidos a partir de natrón como fundente y de un rango limitado de fuentes de sílice.

Duckworth y Govantes-Edwards apuntaron que una correlación entre el manganeso y el hierro podía indicar dos cosas. Bien que el proceso de fundición y la coloración resultante se encontraban muy estrechamente controlados por los vidrieros o bien que el manganeso se hace presente en la fuente de sílice, estando naturalmente correlacionado con el resto de impurezas<sup>124</sup>. El examen de las muestras incoloras en nuestros conjuntos no permite comprobar esta aseveración, lo que ya es en sí significativo, ya que es frecuente que los coeficientes de correlación entre el manganeso y el hierro sean muy bajos, y a menudo negativos.

<sup>123</sup> Ver por ejemplo Foster, H. y C. Jackson. 2010. “The composition of late Romano-British colourless vessel glass: glass production and consumption”. *Journal of Archaeological Science* 37: 3068-3080; Brems, D. y P. Degryse. 2014. “Western Mediterranean sands for ancient glass making”. En P. Degryse (ed) *Glassmaking in the Greco-Roman World*. Lovaina: Leuven University Press: 38

<sup>124</sup> Duckworth, C. y D. Govantes-Edwards. En prensa. “Glass production in al-Andalus: new chemical data from Malaga”. En J. López Rider y R. Córdoba de la Llave (eds) *Proceedings of Conference Technical Knowledge in Europe*. 2015.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	405/807



Para poder presentar una perspectiva más fiable de las prácticas de uso de manganeso como decolorante necesitamos análisis de yacimiento más amplias de lo que hemos podido afrontar en esta tesis. Conjuntos amplios de vidrio que incluyan tanto coloraciones “naturales” como vidrios decolorados. Sólo con estos análisis, preferiblemente correspondientes a varios yacimientos, podremos empezar a detectar pautas estables (o la ausencia de ellas).

Además, la cuestión de la coloración se enfrenta a un problema añadido. El color es un elemento subjetivo que es difícil de expresar sin un notable grado de ambigüedad<sup>125</sup>. En el caso del vidrio, además, ni siquiera podemos asistarnos de escalas, como la escala Munsell, que tratan de minimizar esta ambigüedad, ya que la coloración del vidrio depende de variables difíciles de controlar, y por ende explicar (grado de transparencia, las características de la luz bajo las que se produce la observación, etc.). Así, hacer interpretaciones en las que el color juega un papel de importancia depende de la utilización de parámetros descriptivos estables y coherentes. Esto no siempre es fácil, especialmente cuando se combinan las descripciones realizadas por autores distintos. Es por tanto necesario ser especialmente prudente en el uso del color en la explicación.

### Conclusiones. Reciclaje.

Uno de los lugares comunes acerca de la producción de vidrio medieval, uno que hemos reproducido no pocas veces en el transcurso de esta tesis, es que las prácticas de reciclaje de vidrio serían parte habitual y sistemática de las prácticas productivas de vidrio. Mucho se ha insistido en las fuentes escritas que describen la canibalización de vidrios romanos para su refundición y uso en época medieval<sup>126</sup>. Esto

<sup>125</sup> Para una colección de ejemplos de las implicaciones del color en la práctica arqueológica, ver Duckworth, C. y A. Sassini (eds) 2018. *Colour and Meaning in Ancient and Medieval Art*. Londres: Ashgate.

<sup>126</sup> E.g. Hawthorne, J. G. y C. Stanley Smith. 1979. *Theophilus. On Divers Arts. The Foremost Medieval Treatise on Painting, Glassmaking and Metalwork*. Nueva York: Dover; Van Dam, R. (Trad). 2004. *Gregory of Tours. Glory of the Martyrs*. Liverpool: Liverpool University Press: 58. Ver también Freestone, I. 2015. “The Recycling and Reuse of Roman Glass: Analytical Approaches”. *Journal of Glass Studies* 57: 29-40; Duckworth, C. En prensa. “Seeking the invisible: new approaches to Roman glass recycling”. En C. Duckworth y A. Wilson (eds) *Recycling and Reuse in the Roman Economy*. Oxford: Oxford University Press.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	406/807



contrasta de forma muy llamativa con el escaso número de muestras que presenta los clásicos marcadores de reciclaje, que recordemos han sido establecidos en torno a las composiciones típicamente romanas<sup>127</sup>. Como hemos visto, la presencia, al menos en cantidades significativas, de antimonio, uno de los marcadores de prácticas de reciclaje de vidrio romano más fiables, resulta prácticamente excepcional, limitándose a Madīnat al-Zahrā y a Málaga, y la situación es prácticamente idéntica con otros colorantes y opacificantes de uso habitual en los vidrios romanos, como el cobre, el cobalto, el estaño y el plomo (excepto cuando eran añadidos de forma deliberada), aunque es necesario decir que estos elementos son de aparición algo más frecuente que el antimonio. De cualquier manera, los marcadores composicionales que deberían, al menos en teoría, señalar esta práctica de recuperación de vidrios romanos para su reutilización (sobre todo vidrios arquitectónicos) no son en absoluto frecuentes entre nuestras muestras.

Esto se presta a una diversidad de interpretaciones. Uno de ellos es que los vidrieros andalusíes y cristianos en el sur de la Península Ibérica recurriesen menos a esta práctica que en otras regiones, por motivos que es imposible definir con la evidencia disponible. Otro es que los problemas de abasto derivados de las dificultades sufridas por el comercio Mediterráneo en los siglos finales de la tardoantigüedad y los siglos iniciales de la Edad Media fuesen corregidos mediante el uso masivo de vidrios romanos durante esta época, reduciendo el stock de vidrio romano disponible hasta su virtual desaparición.

Sea cual sea la explicación, resulta al menos desconcertante que la presencia de vidrios romanos en niveles medievales sea no sólo escasa, sino que se concentre de forma tan notable en apenas un par de yacimientos en Málaga. Además, es cierto que los niveles medievales de estos yacimientos manifiestan una presencia mas acusada que el resto de yacimientos de vidrios que, siendo de cenizas vegetales, incorporan elementos que sugieren su mezcla con vidrio romano, pero sin llegar en ningún caso a niveles que permitan inferir una práctica sistemática. Esta concentración en Málaga resulta más llamativa por dos motivos. Primero, porque sin dejar de ser un importante

<sup>127</sup> Duckworth, C. En prensa. "Seeking the invisible: new approaches to Roman glass recycling". En C. Duckworth y A. Wilson (eds) *Recycling and Reuse in the Roman Economy*. Oxford: Oxford University Press.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	407/807





núcleo urbano, Málaga no se encontraba con mucho entre las ciudades más populosas del sur de la Península Ibérica en época romana, entre las cuales si se cuentan algunas otras de las que proceden algunas de nuestras muestras, como Sevilla o Carmona, en las que la presencia de vidrio romano en niveles medievales es anecdótica y los marcadores que se han venido manejando para la identificación de prácticas de reciclaje brillan por completo por su ausencia. Segundo, porque esta presencia de cantidades significativas de vidrio de natrón en Málaga se confirma con los resultados obtenidos por Duckworth y Govantes-Edwards, que proceden de múltiples yacimientos distintos a los ventilados en esta tesis<sup>128</sup>, lo que hace más difícil atribuir la presencia de estos vidrios en nuestros yacimientos a factores tafonómicos.

Lo que resulta, en cualquier caso, bastante aparente, es que los indicadores tradicionalmente empleados para la detección de prácticas de reciclaje resultan con el vidrio andalusí de utilidad limitada, al menos a tenor de nuestros resultados. Otra cosa sería aceptar que nuestra premisa, que las labores de reciclaje eran práctica habitual y sistemática durante toda la Edad Media, es errónea. El problema con el que nos encontramos en este caso es que los marcadores apropiados están sin definir. Es necesario tener en cuenta que los vidrios de natrón, como sabemos, proceden de un número muy limitado de localizaciones, lo que sumado al empleo de un fundente de gran pureza tiene como resultado, como el Capítulo 2 ilustra con eficacia, un número limitado de grupos composicionales muy definidos, algunos de ellos muy persistentes en el tiempo. De este modo, el número de variables que delatan posibles prácticas de reciclaje es igualmente limitado y, lo que es más importante, longevos, lo que ha permitido la detección de pautas y regularidades. Como venimos viendo, con el cambio que se produce de los fundentes minerales a los vegetales a partir del siglo IX, se produce un cambio radical en la estructura de la producción de vidrio a nivel mediterráneo, cuyas implicaciones quedan ilustradas de forma diáfana por nuestros resultados. Con la aparente proliferación de puntos productivos, que multiplica de forma acusadísima la cantidad de variables ambientales implicadas, incluyendo tanto fundentes como fuentes de sílice, el cuadro del reciclaje, siempre complejo, se

<sup>128</sup> Duckworth, C. y D. Govantes-Edwards. En prensa. "Glass production in al-Andalus: new chemical data from Malaga". En J. López Rider y R. Córdoba de la Llave (eds) *Proceedings of Conference Technical Knowledge in Europe*. 2015.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	408/807



complica aún más. Necesitamos muchos más análisis para poder establecer criterios fiables de identificación de las actividades de reciclaje en estas circunstancias<sup>129</sup> y debemos permanecer abiertos a la posibilidad de que la forma de afrontar estos vidrios difiera de forma diametral de la empleada con los vidrios de natrón, y que el paradigma de los “grupos composicionales” no resulte tan válido como con aquellos.

<sup>129</sup> Por ejemplo, la posibilidad de que, al menos, algunos de los vidrios que hemos integrado en el grupo Fundentes 1 no posean niveles más elevados de potasio como consecuencia del uso de cenizas procedentes de especies más ricas en potasio, sino de la adición deliberada de cenizas en cada ciclo de reciclaje para compensar por la pérdida de álcalis que puede resultar del sometimiento del vidrio a varios ciclos de fundición. Ver Duckworth, C. y D. Govantes-Edwards. En prensa. “Glass production in al-Andalus: new chemical data from Malaga”. En J. López Rider y R. Córdoba de la Llave (eds) *Proceedings of Conference Technical Knowledge in Europe. 2015*.

## Chapter 7.

### Conclusions

The overall aim of this thesis was to assess the available evidence for glass technology and its transmission in medieval Iberia, including historical, archaeological and compositional evidence. In keeping with my theoretical stance and with the perception of this thesis somewhat as an experiment in the application of ANT to a complex historical phenomenon (see Chapter 1), I have tried to keep interpretation to a minimum, putting the focus instead on description.

It is important to stress that, in this regard, every actant considered has been given identical epistemological value, even if some have obviously featured more often than others, for the role played by some in our networks has been peripheral and/or episodic. But in the work of description it is important that we maintain total epistemological balance (symmetry): as we have seen, glass technology can potentially be affected by a myriad acts of translation that, based on conventional postulates, have very little to do with it. The glassmaker Bernat Desmunt, natron, an unorthodox Muslim alchemist, dynastic disputes in the Crown of Aragon, the decolourising power of antimony, a notarial contract signed in Seville in the 15<sup>th</sup> century, the illness that caused the Justinianean Plague, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, the Visigothic palace of Reccopolis, and a Late Medieval manuscript that contains instructions on how to make glass, were all, in one way or another part of the networks that determined the way glass was made between the Visigothic period and the beginning of the Early Modern Age.

Looking at the random list of actants that I have presented above, it is easy to stress, for instance, the role played, with all due caveats, by the medieval manuscript or, for that matter, by Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, with which it may easily be associated. They are glass-relevant stuff. However, the fact remains that no understanding of the structure of the glass industry in Late Medieval Catalonia and the way glass was made is possible without knowing that the king of Aragon kept a watchful eye on wood consumption because he needed the timber to make warships with which to potentially attack his uncle in Sicily (See Chapter 5).

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	410/807



This, admittedly, is a hand-picked example, for the networks within which glassmaking and glass-working were framed seemed, at least in light of our evidence, relatively easier to trace, follow and describe. That said, and this is one important conclusion of this thesis, is that, as a historical and an analytical tool, ANT is faced with an extremely tall obstacle, which is the relatively thin nature of the available evidence. In contrast with most sociological works in which this perspective has been applied, which deal with much more recent phenomena, the number of actants at our disposal for the analysis is extremely limited. Texts are few, miscellaneous and often uninformative, and the archaeological record presents an extremely patchy picture. This leads to the network having enormous gaps. Gaps in our knowledge, by themselves, are not necessarily a problem. They exist in all the sciences and are, indeed, the whole point of them. The greater problem lies with what Latour refers as “the social”. The social sciences have created a whole array of notions, such as “ideology”, “power”, “superstition”, that can easily fit into these gaps giving us the impression that there is no gap at all. I acknowledge that they are a convenient narrative shortcut that streamlines explanation, avoiding the need for long and necessarily repetitive clarifications, but social scientists have a tendency to give them explanatory value without justification.

Let us take our Catalanian glass industry as an example. In Chapter 5 we presented a number of ideas that explain the structure of the glassmaking and glass-working sector in the region as the reflection of the “entrepreneurship” and “outwardness” which characterised the Aragonese Late Medieval economy. I do not suggest that this character may nothave played some role in the way glass was made, but such an assertion needs a good deal more substantiation. How were these entrepreneurship and outwardness expressed? How did it specifically address the everyday problems of Bernat Desmunt? What did Bernat Desmunt do to run his workshop in an entrepreneurial and outward-looking manner? More importantly, how different was the Catalanian entrepreneurship and outwardness from Venetian entrepreneurship and outwardness to result in two such different industrial models? Furthermore, how does entrepreneurship and outwardness, which appear in the explanation like a bolt out of the blue, with no supporting evidence and stinking of

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	411/807



commonplaces, relate to a rigid and ruthlessly enforced monopolistic production system in Barcelona, that we know for a fact existed? How much of the entrepreneurial and outward-looking stance of Catalanian glassmakers depended on the fact that their king and his uncle did not get on very well?

Returning to another example that we examined at length in Chapter 5, the interpretation of textual evidence in which technical information about glassmaking is conveyed is absolutely riddled with “the social”. The Modern social, to be precise. We have taken these texts, we have framed them and we have stuck our “social” tools and pre-conceptions (because this is what all these notions are) all over them while keeping them in glorious isolation from their own networks. That medieval texts cannot be analysed with the lens of modern knowledge categories is slowly permeating research, but the effect of this realisation remains superficial. The main reason for this is that while we may be slowly getting better prepared to challenge our scientific principles and even the Cartesian logic on which Modern rationality is based, we are still stubbornly holding on to other principles that are so firmly lodged in our collective worldview that we no longer conceive of them as contingent constructs, but as part of reality. “Truth”, “falsehood”, “causality” and “coherence” are some of the most common and the most harmful for historical explanation.

I am not arguing that putting a stick inside a glass bowl will make it unbreakable, as some medieval texts claim. This is obviously not true, but the important point that I am trying to make is that it is not true quite regardless of how we look at it. That is, the fact that if we hit the glass bowl hard enough with a hammer it will break, whether it has a stick in it or not; that is physical law. But linking the text with the notion of truth that forms part of our network is futile. We need to link it with the notion or notions of truth that belong to the text’s network. Otherwise, the presence of this text in a volume full of physically competent technical texts will force us to see it in terms of “superstition” or “error”, and it will probably deprive us of knowledge that is much more illuminating about medieval knowledge networks (and save us a good deal of work).

Trying to find coherent chains of events linked by a succession of causal relations that will make sense all the way to the last link, us, is bad history, because it

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	412/807



implies assuming that coherence and cause-effect are unwavering phenomena. This is especially true when we are dealing with the investigation of the natural or social phenomena in the past, when some practices are, broadly speaking, similar to what we term as scientific research. But even if this is so, they are intertwined in their networks with other things that, from our perspective, are not acceptable in a research environment. But if we isolate them from these elements we are not truly trying to understand these networks, but to make a cut-out that looks like ours.

In this thesis I have tried to avoid this sort of explanation. I may not have succeeded completely, for the pull of “the social” is strong, but the intention always was not to fill the gaps in our networks with the social (“power”, “superstition”, indeed “outwardness”) but to describe the networks as we know them, so that as little explanation as possible is necessary. The gaps remain very large, but they cannot but get smaller.

It is, perhaps, prior to the substitution of plant-based samples for mineral-based samples (but in the process of substitution itself of which more below), that our networks are more complete. This is due to a very simple fact, which is that compositional actants are fewer and, as a result, the networks are simpler. For many centuries, the vast majority of the glass consumed in Europe and the Mediterranean was produced with a mineral-based flux (natron, most likely) sourced from a very limited set of locations, and this, in turn (natron is a very inconvenient commodity to move around) also limited production areas (and therefore sands). As a result, not only did the composition of glass move within very narrow margins in terms of geological features, making them relatively easy to identify, but this led to a relatively stable supply system. Glass was produced in large tank furnaces in the eastern Mediterranean, whence it was transported to secondary workshops elsewhere. True enough, the exact mechanisms of distribution are only imperfectly understood, but it is hoped that the accumulation of compositional data will eventually allow us to get a clearer picture of how it worked and possible changes over time.

The Iberian Peninsula falls squarely into this picture. All compositional analysis to date, including my own data, confirms the eastern Mediterranean origin of the glass being blown there until at least the 8<sup>th</sup> century; in technological terms, Suevi,

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	413/807



Byzantine and Visigothic Iberia was part of this technological *koine*. I have also tried to characterise production areas and their location in urban centres which were immersed in a process of transformation to adapt to the new socio-political conditions, including the anomaly implied in the apparently sudden disappearance of glass-workshops from pretty much all sites except those which had a direct connection with the Visigothic Crown (Chapter 2). As I admitted in its due place, it is true that the lack of workshops elsewhere is an argument *ex silentio*, and must in consequence be taken with extreme caution, but the location of such workshops as those in Reccopolis and Vega Baja strongly suggest that Liuvigild and Reccared wished to, at least to some extent, centralise glass production as one element in their propaganda efforts.

It is obvious that our networks are hardly complete. Many actants need to be identified and inserted within them, but it is also true that the picture is clearer. Compositional analysis can be argued to be the key to this better understanding. A relatively good, although not complete, understanding of the technological, technical and logistical aspects of glass production, is allowing for our research steps to move further, incorporating other matters such as the appropriation of prestigious materials and processes by the rulers and their potential use in gift-giving dynamics. These are well-recognised mechanisms in other archaeological and historical contexts, so they should be taken with caution in the sense that we should avoid filling a gap with “the social”, but as long as we stay close to the ground of our own networks without importing actants from elsewhere, we should be able to avoid this danger. It is one thing to prevent “the social” from colonising our interpretation, and a different thing to dismiss all the work carried out to date by the social sciences.

This is not to say that the gaps in our knowledge are unsubstantial. We need analytical data from regions for which we know next to nothing, and much of what we know needs to be framed more precisely (le us remember the problem posed to chronology by the fact that Visigothic pottery is still in the process of being characterised typologically and dated), but it is safe to assume that new data will only require minor adjustments to the known network.

One specially promising avenue of research is the potential links between glass-working in the northwest and its possible role in the supply of worked and raw glass to

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	414/807





the European Atlantic façade, particularly the British Isles. Although the evidence is still circumstantial, there is enough of it to make the matter worth investigating. There is a convergence of factors within a relatively narrow chronological bracket that suggest that the raw glass arriving in the British Isles was doing so through the Atlantic façade of Iberia. Changes in the commercial landscape, with the sudden growth of the port city of Vigo, the annexation of the Suevi kingdom by the Visigoths, the reactivation of tin mining in the northwest, and the apparent attitude of the Visigothic Crown towards glass production, to mention but the most obvious, more or less coincide with a change in the composition of the glass being blown in the British Isles, which has been related to a dearth of fresh glass and the need to develop technological alternatives to keep glass-working going.

We need to add actants to populate these networks, so the sequence of events can be described with more precision. But in this we have the particular advantage to already have a good understanding of the technological factors involved, so it is to be hoped that the addition of new compositional data will help to clarify the picture to a large extent. This I am trying to do with my ongoing Rakow-funded research grant (Corning Museum of Glass, NY).

The greatest difficulties for the analysis have to do with long term change, something ANT has been accused of having trouble with. I do not think the problem lies with any fundamental failing of the theoretical principle, but with the fact that long-term phenomena will necessarily present larger (longer) networks, and the gaps in them will necessarily lose the necessary narrative cohesion.

Our obvious case in point is the key process which saw mineral-based fluxes replaced by plant-based fluxes in glass production. In this case, the difficulties are made even greater by the fact that the process involves a major change in technology, and technological change in itself is always a problematic process from an analytical perspective, unless the networks within which it takes place are thoroughly known (and even then, it is not always particularly straightforward).

One conclusion that, in my opinion, may be safely drawn from the evidence is that the focus on the adoption of plant-based fluxes in the eastern Mediterranean, which is the region on which most research efforts have focused to date, is not

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	415/807



justified. For one, because there are already a number of instances in which the use of plant-based fluxes seem to predate that in the eastern Mediterranean. Germany and Italy, around 800, already seemed to have been using these fluxes, and everything seems to point out that their use had started in the British Isles significantly sooner, in the mid 6<sup>th</sup> century. However, these “peripheral” instances have been paid much less attention than the process of experimentation that appears to have taken place at al-Raqqā or the exact chronology of Egyptian glass weights. There is no need to overstress the criticism. For those who do not specialise in the dynamics of technological change the appeal of invention and rupture remains strong, and the discovery of the industrial area of al-Raqqā, in which new glass types seem to have been experimented with, adds an ingredient of protean will to the mixture. It is, therefore, almost natural to see the process in terms of dissemination from what had been, at the end of the day, the nuclear region of glass production for a millennium. The evidence, however, does not seem to necessarily warrant this interpretation, and it may be high time that it is reappraised more symmetrically, without one of the many possibilities, the dissemination of plant-flux technology from the traditional glassmaking areas in the eastern Mediterranean, being privileged among others in the analysis over the rest as the default option.

As we pointed out in Chapter 3, it is likely that the widespread adoption of these fluxes in Iberia may have been the consequence of eastern Mediterranean influences, as a result of Iberia’s peculiar geopolitical conditions. However, we have already found evidence, still sparse but fairly consistent, that southern Iberian glassmakers may have found a way to bypass the shortage of fresh glass by resorting to recycling in a systematic way and by complementing their batches with lead-based fluxes. Our evidence, and the results of the analyses that have been carried out by other authors, suggest that the use of plant-based fluxes was the standard, if not the only practice, of Iberian glassmakers from the 10<sup>th</sup> century onwards, but the evidence that we possess from the critical 8<sup>th</sup> and 9<sup>th</sup> centuries present a picture of considerable complexity. We cannot assume that technologies developed in the eastern Mediterranean simply arrived to the Iberian Peninsula and replaced an existing and, potentially, well consolidated technology just like that, because that is not how

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	416/807



technological change happens. We need more evidence to be able to trace how this process occurred and what acts of translation took place for the substitution to be successful, as it seems clear that it was.

It was stated that the introduction of plant-based fluxes was revolutionary, in the sense that it led to a radical change in the way glass was produced. This is common sense, for the key raw materials are no longer to be found in a limited set of specific locations (which are relatively close to each other), but fairly widespread. In consequence, primary production and not only glass-working became now widely available in the Mediterranean and Europe, and a much more atomised production system was to be expected. For once, “common sense” seems to be aligned with the evidence. If anything, what both the compositional analysis and the written record suggest is that this atomisation was extreme. Texts that make mention glass that can be used in glass production tend to refer to locally available plant species. Germans recommend beech wood ash, Guillaume Sedacer recommends barillas from the Spanish Levante, and Sevillian glassmakers buy all their *mazacote* locally. Similarly, glass from different locations present few compositional features in common and, in fact, there seems to be little movement of finished glass from one location and another.

That said, we need to highlight a few important caveats to this conclusion. The very fact of the atomisation of production and the widespread availability of glass-worthy raw materials may have affected the composition of glass much more deeply than initially thought. Let us remember that the whole paradigm of compositional studies concerning glass has largely developed around production in the Roman period, in which a series of relatively neat compositional groups have been identified with considerable precision, to the point that chronological differences and the production of specific workshops can sometimes be distinguished. The practice of recycling has, as a result, been well characterised, and the blurring of compositional groups poses less of a challenge when a small number of variables are at stake. With the adoption of plant-based fluxes the number of variables is necessarily much higher, and the lack of parallels between glasses of different localities may be, in fact, flagging not limited interaction between them, but the exact opposite, the blurring of glass

compositions being so intense that no patterns can be detected. We are going to need a good deal more data and very sophisticated analytical tools to be able to find said patterns, should they exist, and this is by no means certain. It may be that the analysis of medieval glass needs to be approached from a completely different direction.

One factor appears to point in just this direction, and that is recycling. While enormous progress has been made recently concerning recycling markers for Roman glass, one surprising conclusion is the conspicuous absence of said markers among our Andalusí and late medieval samples. Hardly any of these markers have been found, except for the strange exception of Malaga, and this stands in sharp contrast with the received wisdom, supported by the written record (e.g. Gregory of Tours, Theophilus), that Roman architectural glass was a major source of glass for medieval glassmakers until at least the 12<sup>th</sup> century. Whether the south of the Iberian Peninsula was an anomaly in this, it is hard to say with the evidence available, but the fact is that traces of Roman glass among our medieval samples are few and far between. This is not to say that recycling did not occur, but simply that Roman glass played a smaller role in it than initially expected. As a matter of fact, the very lack of patterns in much of the material analysed may be the direct result of intense, and probably fairly inefficient, recycling practices. One of the future tasks will be to try to discern recycling markers for medieval Iberian glass.

Finally, I have also discussed the possible role played by the written word in the transmission of glassmaking knowledge. The peculiar nature of the written culture of the Middle Ages has necessarily stood large in the arguments, for scribal culture determines the translation (both literal and in ANT terms) of technical knowledge in ways that are unpredictable and, when seen overall, apparently random, and this had an obvious effect on the way the written world was perceived (again, translated) by the readers. Not one of the “technical” texts that have been taken into consideration could by themselves be used to produce glass, even if some contain competently put (but partial) information about the process.

Rather than texts being used as a tool for the transmission of knowledge, it seems that the acts of translation ran in the opposite direction, from the workshop to the page, rather than from the page to the workshop. Especially by the time the habit

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	418/807




of writing down technical information emerged, the essentials of glassmaking techniques were relatively stable (with regional variations in terms of specific ingredients) and were relatively well known, as the fact that even non-specialists, such as Munzer, were aware of them, and found their way into texts. As such, rather than these texts being a vehicle of information to be applied at the workshop level, it looks like this information (at least the kind that could be more or less precisely conveyed by the written word) was translated by a wide array of intellectuals for their own purposes, for instance the examination of the place of glass in alchemical transmutation. These strands of knowledge were to intersect at times and run parallel at others, but the act of translation seems to have always run in an “upward” direction.

In conclusion, our networks are still fairly empty. Enormous gaps exist, but I think that the potential is there for this approach to examining the evidence presents a potential beyond what I have been able to demonstrate in this thesis. It is important that the work of description continues, that more and more actants are described and inserted in their right position in the network so we do no longer feel the need of “the social”, to get a clearer picture of the social map of glassmaking in medieval Iberia.

Registro Electrónico de la Universidad de Córdoba
ENTRADA
04/12/2020 09:45
2020081068

## APÉNDICES

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03	
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica			
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS			
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	420/807	

**Apéndice 1.**

**Descripción de las muestras analizadas**

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
ALG-051	VIII- principios IX	c/Rocha	Algeciras	Cádiz	Posible crisol	Fragmento de borde de posible crisol, con labio triangular saliente, plano en la zona superior. Forma aparentemente globular. Pasta poco refinada. El interior presenta indicios de distintos grados de exposición a altas temperaturas. El cuerpo tiene un grosor aproximado de 6 mm. Inclusiones líticas. La capa de vidriado del interior se sobrepone también sobre el labio.	Verde oscuro
ALG-052	VIII- principios IX	c/Rocha	Algeciras	Cádiz	Posible crisol	Fragmento del cuerpo del mismo objeto del que se obtiene la muestra 51. No existe coincidencia, pero esta identificación es prácticamente segura.	Verde oscuro
ALG-053	VIII- principios IX	c/Rocha	Algeciras	Cádiz	Posible crisol	Fragmento del cuerpo del mismo objeto del que se obtiene la muestra 51. No existe coincidencia, pero esta identificación es prácticamente segura.	Verde oscuro
ALG-055	VIII- principios IX	c/Rocha	Algeciras	Cádiz	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo de recipiente soplado a molde. Presenta microburbujas.	Verde
ALG-056	VIII- principios IX	c/Rocha	Algeciras	Cádiz	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo con algunas burbujas. Corrosión ligera.	Verde pálido





*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
vidrio y cerámicas vidriadas  
Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
ALG-057	VIII- principios IX	c/Rocha	Algeciras	Cádiz	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo con algunas burbujas. Corrosión ligera.	Verde pálido
ALG-058	VIII- principios IX	c/San Antonio	Algeciras	Cádiz	Pulsera	Fragmento de pulsera de sección circular. Fragmentada en el punto de engarce.	Negra o verde muy oscuro
ALG-060	VIII- principios IX	c/San Antonio	Algeciras	Cádiz	Vidrio soplado	Fragmento de recipiente de gran grosor y apariencia romana.	Azul agua
ALG-061	VIII- principios IX	c/San Antonio	Algeciras	Cádiz	Vidrio soplado	Fragmento de cuenco. Algunas burbujas y corrosión ligera.	Verde
ALG-065	VII	c/ Dr. Flemming	Algeciras	Cádiz	Vidrio soplado	Tres fragmentos de recipiente (no hay coincidencias). Se toma muestra de solamente una. Prácticamente libres de corrosión. Algunas burbujas	Verde agua
ALG-067	VII	c/ Dr. Flemming	Algeciras	Cádiz	Vidrio soplado	Borde de forma abierta, con algunas burbujas horizontales. Forma una curvatura ligera hacia el interior.	Verde
ALG-068	VII	c/ Dr. Flemming	Algeciras	Cádiz	Vidrio soplado	Dos fragmentos. Uno pertenece al cuerpo y el otro a un borde redondeado al fuego. No hay burbujas visibles. No hay coincidencias aunque parecen pertenecer al mismo recipiente. La muestra se obtiene del fragmento de cuerpo. Curvatura abierta, lo que parece indicar que se trata de un cuenco.	Verde oliva



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas*

*Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
ALG-069	VII	c/ Dr. Flemming	Algeciras	Cádiz	Vidrio soplado	Colección formada por siete fragmentos de borde (no hay coincidencias), probablemente procedentes del mismo recipiente. Borde redondeado al fuego. La curvatura del cuello es suave. Forma abierta. Algunas burbujas.	Verde pálido
ALG-080	VII	Parque de las Acacias	Algeciras	Cádiz	Vidrio soplado	Fragmento de borde, posiblemente procedente de una lámpara. Presenta restos leves de corrosión.	Verde oliva pálido
ALG-082	VII	Parque de las Acacias	Algeciras	Cádiz	Vidrio soplado	Fragmento de borde redondeado al fuego. El tamaño impide calcular con precisión el diámetro, pero parece pertenecer a una forma abierta.	Verde
ALG-083	VII	Parque de las Acacias	Algeciras	Cádiz	Restos de producción	Tres fragmentos de gran tamaño. Dos de ellos corresponden a escoria de combustible vegetal. El restante parece un fragmento vidriado de relleno o de horno. La muestra se obtiene de este último. Extremadamente quebradizo en el interior. El exterior presenta una superficie vidriada muy fina, con algunos nódulos más gruesos, de vidrio verde agua mezclado con una substancia indeterminada de color blanco.	¿Verde agua?
ALG-084	Finales IV- principios V	Parque de las Acacias	Algeciras	Cádiz	Vidrio de ventana	Presenta un grosor de c. 3 mm. Algunas burbujas. No hay restos de corrosión.	Verde agua

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	423/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
ALG-086	VII	Parque de las Acacias	Algeciras	Cádiz	Vidrio soplado	Base con umbo suave (botella o redoma). Algunas burbujas.	Verde oliva
ALG-087	Finales IV-principios V	Parque de las Acacias	Algeciras	Cádiz	Vidrio soplado	Cuatro fragmentos (sin coincidencias) de una misma pieza (una redoma o una jarra). Presenta cierta corrosión superficial y pérdida de brillo.	Incoloro
ALG-088	Finales IV-principios V	Parque de las Acacias	Algeciras	Cádiz	Vidrio soplado	Fragmento de borde redondeado al fuego de una forma abierta, de gran diámetro. Presenta corrosión iridiscente.	Incoloro
ALG-089	Finales IV-principios V	Parque de las Acacias	Algeciras	Cádiz	Vidrio soplado	Pequeño fragmento de borde.	Incierto
ALG-090	Finales IV-principios V	Parque de las Acacias	Algeciras	Cádiz	Pulsera	Dos fragmentos de pulsera, con sección en D. La muestra se obtiene del fragmento más pequeño.	Negro o verde muy oscuro
ALG-091	Finales IV-principios V	Parque de las Acacias	Algeciras	Cádiz	Vidrio soplado	Base de una botellita o redoma. Presenta corrosión iridiscente en la superficie, y algunas microcavidades también superficiales.	Incoloro
ALG-097	VII	Parque de las Acacias	Algeciras	Cádiz	Vidrio soplado	Fragmento de borde redondeado al fuego, correspondiente a una forma abierta (lámpara o vaso pоторio). Algunas burbujas.	Verde oliva pálido
ALG-098	VII	Parque de las Acacias	Algeciras	Cádiz	Vidrio soplado	Fragmento de borde redondeado al fuego, que forma una ligera curvatura hacia el interior. Posible decoración aplicada al exterior. Demasiado pequeño para dilucidar el diámetro.	Verde pálido

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	424/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
ALG-099	Finales IV- principios V	Parque de las Acacias	Algeciras	Cádiz	Vidrio de ventana	Fragmento bastante grueso y plano, posible vidrio de ventana.	Verde oliva pálido
ALG-103	VII	Parque de las Acacias	Algeciras	Cádiz	Vidrio soplado	Fragmento de asa, formada por tres varillas aplicadas	Incoloro
ALG-107	Siglo IX	Patriarca Obispo/Patio del Loro	Algeciras	Cádiz	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo. Algunas burbujas. Corrosión iridiscente ligera.	Verde pálido
ALG-110	Siglo IX	Patriarca Obispo/Patio del Loro	Algeciras	Cádiz	Vidrio soplado	Fragmento pequeño de prueba de ductilidad o asa aplicada. Se toma la pieza completa como muestra. Corrosión iridiscente.	Verde pálido
ALG-112	Siglo IX	Patriarca Obispo/Patio del Loro	Algeciras	Cádiz	Vidrio soplado	Base con umbo poco pronunciado. Pequeña botella o redoma. Capa de corrosión iridiscente.	Incoloro
ALG-113	Siglo IX	Patriarca Obispo/Patio del Loro	Algeciras	Cádiz	Vidrio soplado	Pequeño borde alisado al fuego y ligeramente invasado. Ligera capa de corrosión iridiscente.	Verde pálido
ALG-114	Siglo IX	Patriarca Obispo/Patio del Loro	Algeciras	Cádiz	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo. Demasiado pequeño para especular con la tipología. Corrosión iridiscente.	Azul
ALG-116	Siglo IX	Patriarca Obispo/Patio del Loro	Algeciras	Cádiz	Crisol	Fragmento de crisol. La pasta, de color rojizo, está relativamente bien depurada, con pocas inclusiones. Presenta restos de vidrio en su interior y exterior. La muestra se limita al vidrio del interior, no incluyendo restos de crisol.	Verde pálido

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	425/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
ALG-117	Siglo IX	Patriarca Obispo/Patio del Loro	Algeciras	Cádiz	Crisol	Ver 116. La muestra se corresponde con el vidrio adherido al exterior del crisol.	Verde pálido
ALH-1	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Pulsera	Fragmento de pulsera, correspondiente a la zona de la juntura. Presenta notables restos de corrosión	¿Negra?
ALH-2	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Resto de producción	Gota	Azul pálido
ALH-3	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Resto de producción	Fragmento de escoria de producción	Incierto
ALH-4	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Resto de producción	Fragmento de escoria de producción	Incierto
ALH-5	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Resto de producción	Fragmento de escoria de producción	Incierto
ALH-6	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Resto de producción	Fragmento de escoria de producción	Incierto
ALH-7	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Vidrio soplado	Fragmento de pequeña redoma tubular. Tenues restos de corrosión.	Rojo opaco con vetas más oscuras
ALH-8	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Resto de producción	Fragmento de escoria de producción	Incierto
ALH-9	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Resto de producción	Fragmento de escoria de producción	Incierto
ALH-10	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Pulsera	Fragmento de pulsera. Restos de corrosión	Incierto
ALH-11	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Resto de producción	Gota	Incierto
ALH-12	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Resto de producción	Gota	Incierto
ALH-13	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Resto de producción	Gota	Incierto
ALH-14	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Vidrio soplado	Fragmento de redoma globular con una banda en relieve en el exterior. Presencia de considerables marcas de corrosión.	Incierto

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	426/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
ALH-15	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Vidrio soplado a molde	Fragmento de forma discoidal, soplada a molde, con un relieve decorativo en forma de pequeños botones. Presenta considerables restos de corrosión y los bordes están degradados	Incierto
ALH-16	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Vidrio soplado a molde	Fragmento de forma discoidal, soplada a molde, con un relieve decorativo en forma de pequeños botones. Presenta considerables restos de corrosión y los bordes están degradados	Incierto
ALH-17	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Vidrio soplado a molde	Fragmento de forma discoidal, soplada a molde, con un relieve decorativo en forma de pequeños botones. Presenta considerables restos de corrosión y los bordes están degradados	Incierto
ALH-18	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Vidrio de ventana	Fragmento de vidrio de ventana	Incoloro
ALH-19	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Restos de producción	Gota	Incierto
ALH-20	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Pulsera	Fragmento de pulsera en espiral abierta	Azul oscuro
ALH-21	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Fragmento informe de vidrio (¿posible pieza fallida?)	Fragmento de vidrio de forma difícil de interpretar. Es posible que se trate de una pieza malformada	Incierto
ALH-22	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Restos de producción	Fragmento de escoria de producción	Incierto
ALH-23	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Restos de producción	Gota	Incierto
ALH-24	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Restos de producción	Gota	Incierto

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	427/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
vidrio y cerámicas vidriadas*

*Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
ALH-25	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Restos de producción	Fragmento de escoria de producción	Incierto
ALH-24	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Restos de producción	Fragmento de escoria de producción	Incierto
ALH-25	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Restos de producción	Fragmento de escoria de producción	Incierto
ALH-26	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Restos de producción	Fragmento de escoria de producción	Incierto
ALH-27	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Restos de producción	Fragmento de escoria de producción	Incierto
ALH-28	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Restos de producción	Fragmento de escoria de producción	Incierto
ALH-29	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Restos de producción	Fragmento de escoria de producción	Incierto
ALH-30	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Restos de producción	Fragmento de escoria de producción	Incierto
ALH-31	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Restos de producción	Fragmento de escoria de producción	Incierto
ALH-32	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Restos de producción	Fragmento de escoria de producción	Incierto
ALH-33	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Restos de producción	Fragmento de escoria de producción	Incierto
ALH-34	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Restos de producción	Fragmento de escoria de producción	Incierto
ALH-35	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Restos de producción	Fragmento de escoria de producción	Incierto
ALH-36	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Restos de producción	Fragmento de escoria de producción	Incierto
ALH-37	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Restos de producción	Fragmento de escoria de producción	Incierto
ALH-38	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Restos de producción	Fragmento de escoria de producción	Incierto
ALH-39	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Restos de producción	Fragmento de escoria de producción	Incierto
ALH-40	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Restos de producción	Fragmento de escoria de producción	Incierto
ALH-41	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Restos de producción	Fragmento de escoria de producción	Incierto
ALH-42	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Restos de producción	Fragmento de escoria de producción	Incierto

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	428/807





*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
ALH-43	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Restos de producción	Fragmento de escoria de producción	Incierto
ALH-44	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Restos de producción	Fragmento de escoria de producción	Incierto
ALH-45	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Restos de producción	Fragmento de escoria de producción	Incierto
ALH-46	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Restos de producción	Fragmento de escoria de producción	Incierto
ALH-47	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Vidrio soplado a molde	Fragmento de recipiente soplado a molde. Paredes finas (c. 1 mm). Presenta considerables restos de corrosión iridiscente y superficie picada.	Incoloro
ALH-48	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Vidrio soplado a molde	Fragmento de recipiente soplado a molde. Paredes finas (c. 1 mm). Presenta considerables restos de corrosión iridiscente y superficie picada.	Incoloro
ALH-49	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Vidrio soplado a molde	Fragmento de recipiente soplado a molde. Paredes finas (c. 1 mm). Presenta considerables restos de corrosión iridiscente y superficie picada.	Incoloro
ALH-50	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Vidrio soplado a molde	Fragmento de recipiente soplado a molde. Paredes finas (c. 1 mm). Presenta considerables restos de corrosión iridiscente y superficie picada.	Incoloro
ALH-51	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Vidrio soplado a molde	Fragmento de recipiente soplado a molde. Paredes finas (c. 1 mm). Presenta considerables restos de corrosión iridiscente y superficie picada.	Incoloro

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	429/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
ALH-52	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Vidrio soplado a molde	Fragmento de recipiente soplado a molde. Paredes finas (c. 1 mm). Presenta considerables restos de corrosión iridiscente y superficie picada.	Incoloro
ALH-53	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Vidrio soplado a molde	Fragmento de recipiente soplado a molde. Paredes finas (c. 1 mm). Presenta considerables restos de corrosión iridiscente y superficie picada.	Incoloro
ALH-54	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Vidrio soplado a molde	Fragmento de recipiente soplado a molde. Paredes finas (c. 1 mm). Presenta considerables restos de corrosión iridiscente y superficie picada.	Incoloro
ALH-55	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Vidrio soplado a molde	Fragmento de recipiente soplado a molde. Paredes finas (c. 1 mm). Presenta considerables restos de corrosión iridiscente y superficie picada.	Incoloro
ALH-56	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Vidrio soplado	Fragmento correspondiente a un recipiente soplado (del que se conservan seis fragmentos). Decorado con hilos de otro color. Considerables restos de corrosión y laminación.	Incoloro
ALH-57	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Vidrio soplado a molde	Pequeña botella cilíndrica	Incoloro
ALH-58	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Vidrio soplado a molde	Pequeña botella cilíndrica	Incoloro

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	430/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
ALH-59	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Vidrio de ventana	Fragmento de vidrio plano	Azul
ALH-60	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Vidrio soplado	Fragmento de pequeña botella/redoma	Verde pálido
ALH-62	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	¿Vidrio soplado?	Fragmento de vidrio poco diagnóstico	Incoloro
ALH-63	Siglo XV	Alhambra	Granada	Granada	Vidrio soplado	Potencial base de copa	Incoloro
ALM-1	XII- principios XIV	c/Descanso	Almería	Almería	Pulsera	Pulsera con fino espiral. Sección circular.	Azul pálido translúcido
ALM-2	XII- principios XIV	c/Descanso	Almería	Almería	Pulsera	Fragmento de pulsera. Superficie ondulada. En ciertas secciones, parece que se ha tratado de ejecutar una espiral abierta, pero en otras las ondulaciones son prácticamente longitudinales. Sección pseudo-circular.	Prácticamente opaca, azul claro, casi turquesa
ALM-3	XI- principios XIV	c/Quevedo	Almería	Almería	Pulsera	Pulsera con fino espiral.	Alto grado de corrosión, opaca.
ALM-5	Periodo islámico	c/Las tiendas	Almería	Almería	Pulsera	Fragmento de pulsera en espiral cerrada. Consta de un núcleo azul y semi translúcido, una capa dorada de corrosión y un hilo aplicado en espiral de color cremoso. Sección circular, aunque buena parte del fragmento conservado es plano, debido a la presencia del engarce. La muestra recoge los tres componentes.	Ver "descripción"

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	431/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
ALM-6	IX—XI	c/ Mariana	Almería	Almería	Pulsera	Fragmento de pulsera en espiral cerrada. Sección circular. Además del núcleo central en espiral, cuenta con un hilo blanco aplicado en espiral abierta. La totalidad de la pulsera está cubierta con una gruesa capa de corrosión.	El núcleo central es azul oscuro y semi-transparente.
ALM-7	Nazarí	Mercado Central	Almería	Almería	Pulsera	Fragmento de pulsera lisa. La sección forma un óvalo plano. Cubierta por una capa de corrosión opalescente.	Azul
ALM-8	Finales XV	Alcazaba	Almería	Almería	Pulsera	Fragmento de pulsera. Ovalada, plana en sección. Casi completamente cubierta por corrosión opaca.	Negra opaca
ALM-9	Finales XV	Alcazaba	Almería	Almería	Pulsera	Pulsera lisa. Sección ovalada. Presenta restos de corrosión opaca.	Azul muy oscuro, opaca.
ALM-10	Finales XV	Alcazaba	Almería	Almería	Pulsera	Pulsera en espiral. Sección circular.	Incolora
ALM-15	Finales XV	Alcazaba	Almería	Almería	Vidrio soplado	Colección que incluye cinco fragmentos (no hay coincidencias) de vidrio soplado, incluyendo una base cóncava, un borde y tres fragmentos de cuerpo. La muestra se obtiene del borde. Borde de forma cerrada y cuello de forma troncocónica. Presenta cuatro finas escotaduras aplicadas en torno a la circunferencia del cuello, en el exterior. Muy fino (c. 1 mm). La muestra incluye los dos colores.	El cuerpo principal es amarillo, y las escotaduras parecen estar formadas por vidrios aplicados de color verde.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	432/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
vidrio y cerámicas vidriadas  
Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
ALM-16	Finales XV	Alcazaba	Almería	Almería	Vidrio soplado	Colección que incluye cuatro fragmentos de vidrio soplado, incluyendo dos pies de copas (?), un fragmento de cuerpo y una base (circular y plana) de redoma. La muestra se toma de uno de los pies. Cóncavo pero con poca penetración. No se conservan restos del estambre. Los bordes están alisados a fuego y lisos.	Verde oliva
ALM-21	Finales XV	Alcazaba	Almería	Almería	Pulsera	Colección que incluye cuatro fragmentos de pulsera. La muestra se toma de una pulsera en espiral, con un hilo blanco en espiral aplicado. Sección circular.	El núcleo central es azul, y el hilo aplicado blanco.
ALM-22	Finales XV	Alcazaba	Almería	Almería	Vidrio soplado	Colección que incluye 20 fragmentos de la misma pieza (no hay coincidencias). Es una pieza de considerables dimensiones. Se conservan partes del cuello y el cuerpo. El cuello es recto o troncocónico. Borde macizo, liso y alisado a fuego. El cuello presenta una banda vertical con decoración (posiblemente soplado a molde, formando herraduras enfrentadas. Quizás estas formas se hayan producido por presión con un implemento redondeado, pero parece poco probable. El cuerpo es de forma globular. Paredes finas (c. 1 mm). Presenta trazas de corrosión opalescente y opaca.	Verde pálido

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	433/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
vidrio y cerámicas vidriadas  
Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
ALM-31	Finales XV	Alcazaba	Almería	Almería	Vidrio soplado	Fragmento correspondiente al cuerpo de una forma soplada. Paredes muy finas (c. 1 mm).	Incoloro
ALM-32	Finales XV	Alcazaba	Almería	Almería	Vidrio soplado	Amplia colección de pequeños fragmentos, incluyendo cuellos, bordes, fragmentos de cuerpo, bases, etc. La muestra se obtiene de un fragmento tubular de cuello, procedente de una redoma. c. 1 mm de grosor. Afectado por considerable corrosión opaca.	Azul
ALM-33	Finales XV	Alcazaba	Almería	Almería	Vidrio soplado	Mismo contexto que la muestra ALM-32. La muestra se obtiene del cuello y arranque superior del cuerpo de una botellita. Afectado por una gruesa capa de corrosión perlada. Cuerpo globular. c. 1 mm de grosor.	Posiblemente azul, pero el grado de corrosión hace esta identificación incierta.
ALM-34	Finales XV	Alcazaba	Almería	Almería	Vidrio soplado	Mismo contexto que la muestra ALM-32. La muestra se obtiene de una pieza tubular de vidrio (¿cuello?) de aproximadamente 1 cm de diámetro. Las paredes tienen entre 1 y 2 mm.	El color es difícil de dilucidar, debido a la gruesa capa de corrosión.
ALM-35	Finales XV	Alcazaba	Almería	Almería	Vidrio soplado	Mismo contexto que la muestra ALM-32. La muestra se obtiene de un fragmento de cuello correspondiente a una botellita. Afectado por una gruesa capa de corrosión opaca.	El color es difícil de dilucidar, debido a la gruesa capa de corrosión.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	434/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
ALM-36	Finales XV	Alcazaba	Almería	Almería	Vidrio soplado	Mismo contexto que la muestra ALM-32. La muestra se obtiene de un fragmento de cuello o, más probablemente, cuerpo de una botellita (?). Presenta dos finos hilos aplicados en el exterior, en posición horizontal. Paredes muy finas (<1mm). La muestra incluye el hilo aplicado.	El color es difícil de dilucidar, debido a la gruesa capa de corrosión.
ALM-37	Finales XV	Alcazaba	Almería	Almería	Vidrio soplado	Mismo contexto que la muestra ALM-32. La muestra se obtiene de un fragmento de cuerpo con escotadura horizontal recta. La escotadura está plegada, dejando un espacio en el eje central.	Verde pálido, pero el grado de corrosión opaca hace esta identificación incierta.
ALM-38	Finales XV	Alcazaba	Almería	Almería	Vidrio soplado	Mismo contexto que la muestra ALM-32. La muestra se obtiene de un fragmento de cuello o cuerpo con una escotadura aplicada y plegada, dejando un espacio en el eje central. Coincidiendo con la escotadura, el interior está recorrido por una acanaladura de poca profundidad.	El color es difícil de dilucidar, debido a la gruesa capa de corrosión.
ALM-39	Finales XV	Alcazaba	Almería	Almería	Vidrio soplado	Mismo contexto que la muestra ALM-32. La muestra se obtiene de un fragmento de cuello y cuerpo de botellita globular (?). Grosor de las paredes 1-2 mm.	El color es difícil de dilucidar, debido a la gruesa capa de corrosión.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	435/807





*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
ALM-40	Finales XV	Alcazaba	Almería	Almería	Vidrio soplado	Mismo contexto que la muestra ALM-32. La muestra se obtiene de un fragmento de cuerpo con escotadura horizontal recta, plegada y dejando un espacio en el eje central.	Verde pálido, pero el grado de corrosión opaca hace esta identificación incierta.
ALM-41	Finales XV	Alcazaba	Almería	Almería	Vidrio soplado	Mismo contexto que la muestra ALM-32. La muestra se obtiene de un fragmento de cuello y cuerpo. Grosor de las paredes c. 1 mm. La pieza se fragmentó durante el muestreo.	Incoloro, pero el grado de corrosión opaca hace esta identificación incierta.
ALM-43	Finales XV	Alcazaba	Almería	Almería	Vidrio soplado	Colección formada por once fragmentos (no hay coincidencias) que incluyen bases, cuerpos y asas. La muestra se obtiene de un fragmento de cuerpo, soplado a molde. El exterior es ondulado, formando costillas verticales. Está afectado por una corrosión leve. Las paredes son de considerable grosor (c. 2-3 mm).	Amarillo pálido/melado
ALM-45	Finales XV	Alcazaba	Almería	Almería	Vidrio soplado	Mismo contexto que la muestra AML-43. Fragmento de cuerpo, muy fino (< 1 mm). Presenta burbujas, y algunas placas de corrosión opaca.	Incoloro

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	436/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
ALM-46	Finales XV	Alcazaba	Almería	Almería	Vidrio soplado	Ocho fragmentos, incluyendo tres bases con umbo, cuellos y bordes, pertenecientes a diferentes piezas. La muestra se obtiene de uno de los bordes. Forma cerrada. El cuello tiene forma troncocónica. El labio está formado por un hilo aplicado. Otro hilo, más fino, se aplica en torno al cuello, a unos 2 cm del borde.	El cuerpo de la pieza es amarillo pálido; el hilo aplicado del labio verde azulado
ALM-47	Finales XV	Alcazaba	Almería	Almería	Vidrio soplado	Mismo contexto que la muestra ALM-46. Base con un umbo muy pronunciado, de una redoma de forma globular. Vidrio muy fino (< 1 mm). Considerable presencia de corrosión perlada y varias burbujas de gran tamaño.	Verde pálido
ALM-49	Finales XV	Alcazaba	Almería	Almería	¿?	Fragmento de vidrio completamente plano. Corrosión perlada moderada. Muy fino (c. 1 mm)	Verde
BAE-253	Almohade	Torreparedones	Baena	Córdoba	Vidrio soplado	Base con umbo. Marca de puntal. Pequeña forma (¿globular?).	Amarillo pálido
CA-ESP01	VI- principios VII	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo de pequeñísimo tamaño y no diagnóstico	Amarillo
CA-ESP03	Principios VII	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Resto de producción	Pequeño nódulo de vidrio	Verde oscuro
CA-ESP06	Principios VII	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Vidrio soplado a molde	Fragmento de base y arranque del cuerpo. La base parece carecer de umbo.	Incoloro
CA-ESP08	V	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo poco diagnóstico	Incoloro

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	437/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
CA-ESP10	Finales VI-principios VII	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Vidrio soplado	Punto de encuentro entre la base del cuerpo y el arranque del vástago del pie de una copa. El vástago es corto, como corresponde a los tipos de copa de pie alto más precoces	Azul
CA-ESP12	VI	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Vidrio soplado	Fragmento de base con umbo poco desarrollado y marca de puntal. No se conserva nada del cuerpo, con lo que no puede inferirse la forma a la que pertenecía	Verde pálido
CA-ESP13	Principios VII	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Vidrio soplado	Fragmento de base con umbo poco desarrollado y marca de puntal. No se conserva nada del cuerpo, con lo que no puede inferirse la forma a la que pertenecía	Verde pálido
CA-ESP18	Finales VI-principios VII	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo no diagnóstico	Verde oliva
CA-ESP21	Finales VI-principios VII	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Resto de producción	Gota de derrame producto del soplado	Verde oliva
CA-ESP24	Finales VI-principios VII	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo no diagnóstico	Incoloro
CA-ESP25	III-IV	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo de aspecto poco diagnóstico, pero probablemente procedente de una pieza globular de pequeño tamaño	Incoloro
CA-ESP27	III-IV	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo de pequeñísimo tamaño. No diagnóstico	Verde

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	438/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
CA-ESP28	III-IV	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Vidrio soplado	Fragmento de base con umbo pronunciado y pie plegado sobre sí mismo (no aplicado) formando una sola pieza de vidrio. Marca de puntil.	Azul
CA-ESP30	V	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Resto de producción	Pequeño derrame de vidrio y nódulo	Amarillo oscuro
CA-ESP31	V	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Vidrio soplado	Fragmento de borde, alisado al fuego, probablemente perteneciente a una pieza con forma de cono truncado, como por ejemplo una jarra	Amarillo
CA-ESP36	V	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Resto de producción	Pequeño nódulo de vidrio	Verde
CA-ESP37	I-II	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Vidrio soplado (¿?)	Forma tubular de vidrio, que no parece corresponderse con el pie alto de una copa (¿quizás un fragmento de alambique?)	Incoloro
CA-ESP38	I-II	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Vidrio soplado	Pequeño fragmento de umbo (base)	Incoloro
CA-ESP39	III-IV	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	¿?	Fragmento muy grueso de vidrio. Es difícil definir una morfología análoga	Verde amarillento
CA-ESP40	III-IV	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Vidrio soplado	Pequeño fragmento de umbo (base)	Incoloro
CA-ESP41	III-IV	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Escoria de vidrio	Fragmento de escoria de vidrio	-
CA-ESP43	III-IV	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Vidrio soplado	Pequeño fragmento de borde, perteneciente a una forma abierta, posiblemente un cuenco	Verde oliva
CA-ESP44	I-II	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Vidrio soplado	Fragmento de borde de una pequeña forma globular, posiblemente una jarrita	Incoloro

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	439/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas*

*Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
CA-ESP45	I-II	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Vidrio soplado	Fragmento no diagnóstico de cuerpo	Incoloro
CA-ESP46	I-II	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Vidrio soplado	Pequeño fragmento de cuerpo, no diagnóstico	Incoloro
CA-ESP49	III-IV	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Vidrio soplado	Fragmento de borde de una forma abierta, posiblemente un cuenco	Incoloro
CA-ESP51	I-II	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Vidrio soplado	Fragmento de borde de una forma globular de mediano tamaño, posiblemente una jarrita o tarro	Incoloro
CA-ESP52	V	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Vidrio soplado a molde (¿?)	Pequeño fragmento de cuerpo, poco diagnóstico	Verde oliva
CA-ESP53	III-IV	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo de forma poco diagnóstica. El vidrio es de mala calidad, siendo visibles múltiples burbujas.	Verde pálido
CA-ESP55	III-IV	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Vidrio soplado	Fragmento de una forma alta con repié aplicado, posiblemente una jarra	Incoloro
CA-ESP56	III-IV	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Resto de producción	Pequeño nódulo de vidrio	Verde pálido
CA-ESP57	III-IV	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Resto de producción	Gota de derrame producto del soplado	Verde pálido
CA-ESP59	III-IV	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Resto de producción	Pequeño nódulo de vidrio	Verde
CA-ESP61	III-IV	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo de forma globular	Verde pálido
CA-ESP62	V	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Vidrio soplado	Potencial fragmento de vidrio de ventana	Amarillo pálido
CA-ESP64	III-IV	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Escoria de vidrio	Fragmento de escoria de vidrio	-

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	440/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
CA-ESP63	V	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Vidrio soplado	Base con umbo con marca de puntil. Imposible determinar la forma con el fragmento disponible.	Verde oliva
CA-ESP65	III-IV	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Vidrio soplado	Base con umbo poco desarrollado, marca de puntil. Puede corresponder a un cuerpo globular, como de una botella o redoma	Verde pálido
CA-ESP66	III-IV	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Asa	Asa de sección oval. Forma bastante cerrada.	Verde pálido
CA-ESP69	VI	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Vidrio soplado	Fragmento poco diagnóstico, aparte de que parece pertenecer a un recipiente de considerable tamaño. Es posible que pertenezca al mismo objeto que CA-ESP71	Amarillo
CA-ESP70	VI-VII	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Escoria de vidrio	Fragmento de escoria de vidrio	-
CA-ESP71	VI	Cerro del Molinete	Cartagena	Murcia	Vidrio soplado	Fragmento poco diagnóstico, aparte de que parece pertenecer a un recipiente de considerable tamaño. Es posible que pertenezca al mismo objeto que CA-ESP69	Amarillo
CARM-314	XII-XIII	c/Ramón y Cajal 6	Carmona	Sevilla	Vidrio soplado	Base anillada, con una gruesa capa de corrosión	Amarillo ambarino
CARM-317	XII-XIII	Plaza de Santiago 1	Carmona	Sevilla	¿Vidrio de ventana?	Fragmento plano de vidrio. Presenta una ligera corrosión superficial. c. 3 mm de grosor. Es posible que sea vidrio de ventana.	Verde/azul agua pálido
CARM-320	XII-XIII	Plaza de Santiago 1	Carmona	Sevilla	Vidrio soplado	Base con umbo, correspondiente a una pequeña botella y redoma	Verde pálido

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	441/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
vidrio y cerámicas vidriadas*  
Apéndice 1

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
CARM-323	XV-XVI	Plazuela de Juan Facundo	Carmona	Sevilla	Pulsera	Sección circular. Presenta una pequeña marca, quizás indicando haber sido recogida aún en caliente.	Falso negro/verde oscuro
CARM-326	XV-XVI	Plaza de Santiago 1	Carmona	Sevilla	Vidrio soplado	Cinco fragmentos del mismo recipiente, cuatro de ellos muy delgados y el otro, correspondiente al pie, algo más grueso. Corresponde a una copa. Presenta numerosas burbujas. La muestra se obtiene del fragmento más grueso	Verde/azul agua
CARM-329	XV-XVI	Plaza de Santiago 1	Carmona	Sevilla	Vidrio soplado	Dos fragmentos (sin coincidencia), que probablemente pertenezcan al mismo recipiente. Capa de corrosión.	Incoloro
COR-209	IX-XI	Miraflores	Córdoba	Córdoba	Abalorio	Fragmento de abalorio. Presenta una superficie ondulada longitudinalmente. Sección pseudo-circular. No se proyecta en una curva circular, lo que parece descartar que se trate de una pulsera. Presenta una considerable capa de corrosión.	Azul
COR-233	IX-XI	Miraflores	Córdoba	Córdoba	Vidrio soplado	Fragmento de borde. Forma abierta (?). El borde es macizo, alisado al fuego. Presenta una capa considerable de corrosión opaca	Verde
COR-234	IX-XI	Miraflores	Córdoba	Córdoba	Pulsera	Fragmento de pulsera lisa. Tiene una considerable presencia de corrosión. Sección oval. Algunas burbujas.	Verde pálido

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	442/807





*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
vidrio y cerámicas vidriadas*  
Apéndice 1

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
COR-246	IX-XI	Miraflores	Córdoba	Córdoba	Vidrio soplado	Dos fragmentos del mismo recipiente. Uno de los fragmentos se corresponde con la zona de intersección entre el cuerpo y el cuello. El cuello presenta una estrangulación, y la zona superior del cuerpo tiene una proyección muy vertical. Las paredes tienen unos 2 mm de grosor. El otro fragmento es un fragmento de una base con umbo. No se conserva la zona donde se alojaría la marca del puntal. Presenta una cantidad substancial de corrosión opaca. La muestra se toma del fragmento de mayor tamaño.	Azul verdoso pálido
COR-248	IX-XI	Miraflores	Córdoba	Córdoba	Vidrio soplado	Fragmento de cuello y cuerpo. Distintos grosores de pared (1-3 mm). Presenta una substancial corrosión opaca.	Verde oscuro
COR-249	IX-XI	Miraflores	Córdoba	Córdoba	Vidrio soplado	Fragmento de borde de una forma abierta. El borde está ligeramente engrosado al interior y a nivel con la pared en el exterior. Borde alisado al fuego. Paredes muy finas (< 1 mm). Bastantes burbujas pequeñas. Corrosión ligera.	Verde pálido
COR-250	IX-XI	Miraflores	Córdoba	Córdoba	Pulsera	Idéntica a 194. Probablemente se trate de la misma pulsera.	Amarilla

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	443/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
CO-ESP2b	IX-XI	Miraflores	Córdoba	Córdoba	Pulsera	Fragmento de pulsera negra de sección circular	Negro
CO-ESP3b	IX-XI	Saunda	Córdoba	Córdoba	Vidrio soplado	Gran cantidad de fragmentos correspondientes a una pequeña redoma, con cuello en forma de cono truncado, y un labio ligeramente engrosado al exterior. Umbo, aunque la marca de puntal no esta visible por la suciedad. Paredes muy finas (< 1 mm). Muchas burbujas, algunas grandes y algunas muy grandes. Cuerpo globular. Ligeros restos de corrosión.	Azul pálido
GRA-01	XIII-XV	c/Real de Cartuja	Granada	Granada	Vidrio soplado	Fragmento de base y cuerpo de un vaso. Realizado en vidrio soplado. En la base se aprecian restos del punto de unión al puntal. Estado de conservación del fragmento aceptable con irisaciones, algunas de color oscuro.	Verde

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	444/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
vidrio y cerámicas vidriadas  
Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
GRA-02	XIII-XV	c/Real de Cartuja	Granada	Granada	Vidrio soplado	Botella realizada en vidrio soplado. Borde exvasado pulido a fuego. Cuerpo con tendencia cilíndrica y rehundidos. El objeto se conserva de forma parcial y su estado es aceptable. Ligeras irisaciones en la superficie. Presenta restos residuales en la masa de las herramientas empleadas en su elaboración. Diámetro de borde – 5.2 cm / Grosor – 1-2 mm	Verde pálido
GRA-03	XIII-XV	c/Real de Cartuja	Granada	Granada	Vidrio soplado	Copa realizada en vidrio soplado. Borde exvasado pulido a fuego. Cuerpo con tendencia cónica. El objeto se conserva de forma parcial, faltando la base. Su estado es aceptable con ligeras irisaciones. Presenta una inclusión en la masa, posiblemente de las herramientas empleadas en su elaboración. Altura máxima – 6.6 cm / Diámetro de borde – 7.9 cm / Grosor en borde – 2 mm / Groso en cuerpo – 2 mm.	Verde pálido

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	445/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
GRA-04	XIII-XV	c/Real de Cartuja	Granada	Granada	Vidrio soplado	Fragmento de un posible vaso realizado en vidrio soplado. La base está realizada a partir de una doblez del cuerpo. Conserva restos en la base del punto de unión al puntal. Estado de conservación aceptable con irisaciones. Altura máxima del fragmento – 8.8 cm / Diámetro de la base – 5.6 cm.	Verde pálido
GRA-05	XIII-XV	c/Real de Cartuja	Granada	Granada	Vidrio soplado	Fragmento de botella realizada en vidrio soplado. Cuerpo con tendencia cilíndrica y rehundidos. Se conserva un fragmento perteneciente al cuello y al cuerpo en cuyo punto de unión se observa un reborde (posiblemente decorativo). En la masa se observan residuos oscuros de las herramientas empleadas en su elaboración. Altura máxima – 7 cm.	Azul-verde

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	446/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
GRA-06	XIII-XV	c/Real de Cartuja	Granada	Granada	Vidrio soplado	Fragmento de un posible vaso realizado en vidrio soplado, incoloro (con un ligero tono verde). Se conserva de forma parcial con base completa, realizada a partir del doblez del cuerpo. Tiene restos en la base del punto de unión con el puntil. Estado de conservación del fragmento aceptable, con irisaciones. Defecto en el cuerpo en forma de hilo de vidrio adherido. Diámetro de la base – 6.1 cm.	Verde pálido
GRA-07	XIII-XV	c/Real de Cartuja	Granada	Granada	Vidrio soplado	Fragmento amorfo. Vidrio realizado mediante soplado. Fuerte irisación de la superficie con zonas oscuras. Altura máxima – 6.3 cm / Ancho máximo – 3 cm.	Verde pálido
GRA-08	XIII-XV	c/Real de Cartuja	Granada	Granada	Vidrio soplado	Fragmento de base incoloro (con tono verdoso). Vidrio realizado mediante soplado posiblemente perteneciente a una botella de cuerpo globular. Conserva parcialmente restos del punto de unión al puntil. Irisación superficial. Altura máxima – 1.8 cm / Ancho máximo – 5.9 cm / Grosor – 2-6 mm.	Vede pálido

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	447/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
vidrio y cerámicas vidriadas  
Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
GRA-09	XIII-XV	c/Real de Cartuja	Granada	Granada	Vidrio soplado	Fragmento de botella (2 fragmentos contiguos). Cuerpo cilíndrico y zona entre cuello y cuerpo estriada. Elaborado mediante soplado. Estado de conservación aceptable. Irisación generalizada en toda la superficie con manchas de color oscuro.	Verde pálido
GRA-10	XIII-XV	c/Real de Cartuja	Granada	Granada	Vidrio soplado	Tres fragmentos contiguos de base de botella con nervaduras y posible cuerpo cilíndrico. Vidrio soplado incoloro con tonalidad ligeramente verde-azulada. Muestra en la base restos del punto de unión al puntil. Estado de conservación aceptable. Fuerte irisación en algunas áreas puntuales y presencia de manchas oscuras.	Azul-verde pálido
GRA-11	XIII-XV	c/Real de Cartuja	Granada	Granada	Vidrio soplado	Fragmento de vaso incoloro realizado en vidrio soplado. Borde pulido a fuego. Estado de conservación aceptable. Irisación generalizada con un tono oscuro. Altura máxima – 6.1 cm / Anchura máxima – 5.2 cm / Grosor – 1-2 mm.	Incoloro

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	448/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
GRA-12	XIII-XV	c/Real de Cartuja	Granada	Granada	Vidrio soplado	Fragmento de base (tres fragmentos contiguos) con pie anular formado por una doblez de la misma pieza. Vidrio soplado con un ligero tono verde claro. Presenta en la base restos del punto de unión al puntil. Estado de conservación aceptable. Irisación con algunas manchas de color oscuro.	Verde pálido
GRA-13	XIII-XV	c/Real de Cartuja	Granada	Granada	Vidrio soplado	Fragmento de base de botella con cuerpo posiblemente globular. Base rehundida con restos del punto de unión al puntil. Vidrio soplado. Estado de conservación aceptable. Irisación con algunas manchas oscuras y blanquecinas.	Amarillo
GRA-14	XIII-XV	c/Real de Cartuja	Granada	Granada	Vidrio soplado a molde	Fragmento de borde y cuerpo de vaso. Vidrio soplado posiblemente a molde por los motivos en forma de gotas que decoran la superficie. Estado de conservación aceptable. Irisación con manchas oscuras.	Verde pálido

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	449/807





*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
GRA-15	XIII-XV	c/Real de Cartuja	Granada	Granada	Vidrio soplado	Fragmento de cuello y borde de botella de cuerpo globular o cilíndrico. Presenta estrías en la zona del cuello. Borde pulido al fuego. Estado de conservación aceptable. Irisación generalizada con algunas manchas de color oscuro. Altura máxima – 8.6 cm / Diámetro de borde – 4.4 cm / Grosor – 1-3.5 mm.	Incoloro
GRA-16	XIII-XV	c/Real de Cartuja	Granada	Granada	Vidrio soplado	Fragmento de base y cuerpo de botella o frasco de sección cuadrangular. Vidrio soplado. Restos en la base del punto de unión al puntal. Estado de conservación aceptable. Ligera irisación. Altura máxima – 3.5 cm / Anchura máxima – 4.2 cm.	Verde pálido
GRA-17	XIII-XV	c/Real de Cartuja	Granada	Granada	Vidrio soplado	Fragmento amorfo. Vidrio soplado con motivo decorativo en forma de banda plegada. Estado de conservación aceptable. Irisación leve en toda la superficie. Grosor – 1-3 mm.	Púrpura
GRA-18	XIII-XV	c/Real de Cartuja	Granada	Granada	Vidrio soplado	Fragmento de boca y parte del cuerpo de una botellita de cuerpo globular. Vidrio soplado. Borde pulido a fuego. Estado de conservación aceptable. Irisación generalizada en toda la superficie. Grosor – 1.5-2 mm.	Verde azulado

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	450/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
GRA-19	XIII-XV	c/Real de Cartuja	Granada	Granada	Vidrio soplado	Fragmento de base de botella de cuerpo globular (posible damajuana) (tres fragmentos contiguos). Vidrio soplado. Se observan en la base restos de la unión al puntal. Estado de conservación aceptable. Irisación en toda la superficie. Grosor – 1.5-6 mm.	Verde pálido
GRA-20	XIII-XV	c/Real de Cartuja	Granada	Granada	Vidrio soplado	Fragmento de cuello y cuerpo de botella de cuerpo cilíndrico y rehundidos laterales (a modo decorativo). Vidrio soplado. Estado de conservación aceptable. Irisación generalizada en toda la superficie.	Incoloro
GRA-21	XIII-XV	c/Real de Cartuja	Granada	Granada	Vidrio soplado a molde	Fragmento de base de botella de sección geométrica. Vidrio soplado posiblemente a molde. Presenta en la base restos de unión al puntal. Estado de conservación aceptable. Irisación superficial generalizada en toda la superficie.	Verde oliva
GRA-22	XIII-XV	c/Real de Cartuja	Granada	Granada	Vidrio soplado	Fragmento de boca de botella. Borde exvasado al exterior con un plegado hacia el interior. Vidrio soplado. Estado de conservación aceptable. Irisación y manchas oscuras de forma generalizada en toda la superficie. Diámetro – 4 cm.	Verde

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	451/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
GRA-23	XIII-XV	c/Real de Cartuja	Granada	Granada	Vidrio soplado	Fragmento de borde de un recipiente ligeramente exvasado al exterior y con una doblez hacia el exterior. Vidrio soplado. Estado de conservación aceptable. Irisación generalizada en toda la superficie. Diámetro – 11 cm / Grosor – 1-2 mm.	Azul-verde
GRA-24	XIII-XV	c/Real de Cartuja	Granada	Granada	Vidrio soplado	Borde completo (cuatro fragmentos contiguos) ligeramente exvasado y con doblez hacia el exterior. Vidrio soplado. Estado de conservación aceptable. Irisación leve en toda la superficie. Diámetro – 11.44 cm.	Incoloro
GRA-25	XIII-XV	c/Real de Cartuja	Granada	Granada	Vidrio soplado	Fragmento amorfo. Vidrio soplado con motivo decorativo en forma de banda plegada. Estado de conservación aceptable. Irisación en toda la superficie. Altura – 5.98 cm / Ancho – 3.92 cm / Grosor – 1-3 mm.	Incoloro
GRA-26	XIII-XV	c/Real de Cartuja	Granada	Granada	Vidrio soplado	Dos fragmentos contiguos de borde. Vidrio soplado. Borde exvasado al exterior con doblez al exterior. Estado de conservación aceptable. Irisación en toda la superficie con manchas oscuras de forma generalizada. Diámetro – 11 cm.	Verde pálido

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	452/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
vidrio y cerámicas vidriadas  
Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
GRA-27	XIII-XV	c/Real de Cartuja	Granada	Granada	Vidrio soplado	Fragmento de base de botella globular. Vidrio soplado. Base rehundida. Estado de conservación aceptable. Irisación generalizada y manchas oscuras de forma localizada. Diámetro base – 8 cm.	Verde pálido
GRA-28	XIII-XV	c/Real de Cartuja	Granada	Granada	Vidrio soplado	Fragmento amorfo (dos fragmentos no contiguos, la muestra pertenece al de mayores dimensiones). Vidrio soplado. Estado de conservación aceptable. Fuerte irisación con manchas oscuras de forma localizada. Altura – 3.8 cm / Ancho – 3.6 cm / Grosor – 1-4 mm.	Incoloro. Los hilos decorativos son púrpura
JA-ESP01	XIII	c/Fernando IV-c/Hornos Caño	Jaén	Jaén	Vidrio soplado	Pequeño fragmento correspondiente a un recipiente. Paredes muy finas (<1 mm). Presenta burbujas de gran tamaño	Verde pálido
JA-ESP02	XIII	c/Fernando IV-c/Hornos Caño	Jaén	Jaén	Vidrio soplado	Pequeño fragmento correspondiente a un recipiente. Paredes c. 1-2 mm. Presenta una considerable capa de corrosión	Verde pálido
JA-ESP03	XIII	c/Fernando IV-c/Hornos Caño	Jaén	Jaén	Vidrio soplado	Fragmento correspondiente al cuello de una forma cerrada, con unas suaves ondulaciones en la pared exterior. El exterior presenta una gruesa y asentada capa de corrosión. Las paredes tienen un grosor aproximado de 2 mm.	Verde pálido

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	453/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
vidrio y cerámicas vidriadas  
Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
JA-ESP04	XIII	c/Fernando IV-c/Hornos Caño	Jaén	Jaén	Vidrio soplado	Amplia base con umbo y marca de puntil. Presenta una gruesa y asentada capa de corrosión.	Verde
JA-ESP05	XIII	c/Fernando IV-c/Hornos Caño	Jaén	Jaén	Vidrio soplado	Fragmento correspondiente al cuerpo de un recipiente. Presenta algunas burbujas de gran tamaño, y una gruesa y asentada capa de corrosión. Las paredes tienen un grosor de 1-2 mm.	Verde
JA-ESP08	XIII	c/Fernando IV-c/Hornos Caño	Jaén	Jaén	Vidrio soplado	Base de botella. Las paredes tienen 2 mm de grosor. Tiene un umbo muy tenue, pero sin que se aprecie marca de puntil. Corrosión gruesa y bien asentada.	-
JA-ESP09	XIII	c/Fernando IV-c/Hornos Caño	Jaén	Jaén	Vidrio soplado a molde	Base con umbo y marca de puntil de una forma soplada a molde. Presenta unas ondulaciones radiales en la superficie. Las paredes tienen un grosor aproximado de 3 mm. Presenta grandes burbujas y una gruesa capa de corrosión.	Verde muy pálido
JA-ESP10	XIII	c/Fernando IV-c/Hornos Caño	Jaén	Jaén	Vidrio soplado	Cuello y borde de una botella. Paredes rectas. El labio está plegado hacia afuera y aparentemente cortado, con aristas bien definidas. Presencia de considerable corrosión.	Verde pálido. Semi-opaco

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	454/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
vidrio y cerámicas vidriadas*  
Apéndice 1

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
JA-ESP11	XIII	c/Fernando IV-c/Hornos Caño	Jaén	Jaén	Vidrio soplado	Cuello y borde de botella. Borde alisado al fuego y plegado hacia el interior, con una línea que lo separa claramente del cuello. Las paredes tienen grosor variable (1-4 mm). Algunas pequeñas burbujas y algunos restos de corrosión	Azul verdoso pálido
JA-260	XIII	c/Fernando IV-c/Hornos Caño	Jaén	Jaén	Vidrio soplado a molde	Fragmento de vaso soplado a molde, con decoración en relieve formando una retícula. 2-3 cm de grosor. Presenta una ligera capa de corrosión. Correspondiente a una forma globular. Presenta grandes burbujas.	Incoloro
JA-261	XIII	c/Fernando IV-c/Hornos Caño	Jaén	Jaén	Vidrio soplado	Cuello de botella (?). Semi-transparente. Soplado. Presenta una ligera capa de corrosión, y una cicatriz transversal significativa. Presenta un gran número de pequeñas burbujas. Unos 2 cm de grosor.	Azul pálido
JA-262	XIII	c/Fernando IV-c/Hornos Caño	Jaén	Jaén	Vidrio soplado	Cuello de una forma globular de tamaño considerable. Vidrio muy grueso (3-4 cm). Es semi-transparente y presenta una gruesa capa de corrosión opalescente.	Verde pálido
JA-263	XIII	c/Fernando IV-c/Hornos Caño	Jaén	Jaén	Vidrio soplado	Pequeño fragmento, que presenta varias líneas laterales y algunas burbujas de tamaño minúsculo.	Verde pálido
JA-264	XIII	c/Fernando IV-c/Hornos Caño	Jaén	Jaén	Vidrio soplado	Fragmento de cuello de botella (?). Recto. 1 mm de grosor. Presenta una gruesa capa de corrosión.	Incoloro con un ligero tinte verde pálido

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	455/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
vidrio y cerámicas vidriadas  
Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
JER-119	Finales XV	Baños Árabes	Jerez	Cádiz	Vidrio soplado	Cuello y boca de botella. Numerosas burbujas	Verde
JER-120	Finales XV	Baños Árabes	Jerez	Cádiz	Vidrio soplado	Cuello y boca de botella. Numerosas burbujas	Verde
JER-121	Finales XV	Baños Árabes	Jerez	Cádiz	Vidrio soplado	Base de botella. Numerosas burbujas	Verde
JER-122	Finales XV	Baños Árabes	Jerez	Cádiz	Vidrio soplado	Base de botella. Numerosas burbujas	Verde
JER-123	Finales XV	Baños Árabes	Jerez	Cádiz	Vidrio soplado	Fondo apuntado, con apéndice redondeado, de lámpara. Corrosión moderada y numerosas burbujas	Verde
JER-124	Finales XV	Baños Árabes	Jerez	Cádiz	Vidrio soplado	Fragmentos de cuerpo de pieza de tipología imposible de definir. Translúcido, pero casi opaco. Vidrio muy lustroso y sin restos visibles de corrosión	Azul muy oscuro
JER-125	Finales XV	Baños Árabes	Jerez	Cádiz	Vidrio soplado	Fondo apuntado, con apéndice redondeado, de lámpara. Corrosión moderada y numerosas burbujas.	Verde
JER-126	Finales XV	Baños Árabes	Jerez	Cádiz	Vidrio soplado	Fondo apuntado, con apéndice redondeado, de lámpara. Corrosión moderada y numerosas burbujas.	Verde
JER-127	Finales XV	Baños Árabes	Jerez	Cádiz	Vidrio soplado	Fondo apuntado, con apéndice redondeado, de lámpara. Corrosión moderada y numerosas burbujas	Verde
JER-128	Finales XV	Baños Árabes	Jerez	Cádiz	Vidrio soplado	Fondo apuntado, con apéndice redondeado, de lámpara. Corrosión moderada y numerosas burbujas	Verde

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM</a>	Página	456/807





*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
JER-129	Finales XV	Baños Árabes	Jerez	Cádiz	Vidrio soplado	Fondo apuntado, con apéndice redondeado, de lámpara. Corrosión moderada y numerosas burbujas	Verde
JER-130	Finales XV	Palacio de Villaviciencia	Jerez	Cádiz	Vidrio soplado	Colección de pequeños fragmentos de cuerpo. Paredes finas. El fragmento más pequeño se toma como muestra	Amarillo pálido, casi incoloro
JER-131	Finales XV	Palacio de Villaviciencia	Jerez	Cádiz	Pulsera	Fragmento de pulsera decorada con un hilo de vidrio en espiral. Sección oblonga	El cuerpo de la pulsera es negro, y el hilo aplicado blanco opaco.
JER-132	Finales XV	Palacio de Villaviciencia	Jerez	Cádiz	Pulsera	Fragmento de pulsera decorada en espiral cerrada con hilos finos, aplicados sin relieve.	El cuerpo es negro, y los hilos paralelos aplicados son blancos. Opaca
JER-133	Finales XV	Palacio de Villaviciencia	Jerez	Cádiz	Pulsera	Fragmento de pulsera formada por la aplicación de tres cañas de sección circular. Rectas.	Azul oscuro, prácticamente opaco.
JER-134	Finales XV	Palacio de Villaviciencia	Jerez	Cádiz	Pulsera	Fragmento de pulsera de sección circular. Uno de los extremos tiene una forma achatada, al corresponderse con el engarce	Negro
JER-135	Finales XV	Palacio de Villaviciencia	Jerez	Cádiz	Pulsera	Pulsera en espiral. Presenta una marca de haber sido recogida en caliente con un instrumento.	Negro
JER-136	Finales XV	Palacio de Villaviciencia	Jerez	Cádiz	Pulsera	Fragmento de pulsera, con decoración aplicada sin relieve en espiral abierta. Sección circular. Burbujas de notable tamaño.	Incierto

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	457/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
JER-137	Finales XV	Palacio de Villaviciencia	Jerez	Cádiz	Pulsera	Fragmento de pulsera de sección semicircular. Una de las fracturas se produjo cerca del engarce. Decorada con una espiral cerrada y un hilo aplicado siguiendo la espiral.	El cuerpo es verde casi totalmente opaco, el hilo aplicado es blanco opaco.
JER-138	Finales XV	Palacio de Villaviciencia	Jerez	Cádiz	Pulsera	Fragmento de pulsera con decoración en espiral e hilo aplicado sin relieve. Sección circular	El cuerpo es azul cobalto opaco, y el hilo es blanco opaco.
JER-139	Finales XV	Palacio de Villaviciencia	Jerez	Cádiz	Pulsera	Fragmento de pulsera decorada en espiral abierta.	Ámbar.
JER-140	Finales XV	c/Manuel González	Jerez	Cádiz	Vidrio soplado	Fragmentos de cuerpo (uno quizás de cuello) de un recipiente. Presenta numerosas burbujas alargadas, indicando la dirección del soplado	Amarillo pálido.
JER-141	Finales XV	c/Manuel González	Jerez	Cádiz	Vidrio soplado	Varios fragmentos de cuerpo. Algunas burbujas de pequeño tamaño.	Azul cobalto semi-translucido.
JER-142	Finales XV	c/Manuel González	Jerez	Cádiz	Vidrio soplado	Fragmentos de cuerpo. Pequeñas burbujas y al menos una inclusión.	Verde muy pálido.
JER-143	Finales XV	c/Manuel González	Jerez	Cádiz	Vidrio soplado	Fragmentos de cuerpo. Muy finos, quizás correspondientes a una forma globular. Numerosas burbujas de distintos tamaños. Corrosión superficial ligera.	Verde muy pálido.
JER-144	Finales XV	c/Manuel González	Jerez	Cádiz	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo con corrosión ligera y algunas burbujas.	Incoloro.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	458/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
JER-145	Finales XV	c/Manuel González	Jerez	Cádiz	Vidrio soplado	Fragmentos de cuerpo, con algunas burbujas de pequeño tamaño	Incoloro con un tinte verdoso-amarillento muy pálido
JER-146	Finales XV	c/Manuel González	Jerez	Cádiz	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo con corrosión ligera y algunas burbujas.	Incoloro.
MA-ESP01	XVI	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fondo cónico de lámpara, con paredes muy finas (c. 1 mm). Las paredes resultan irregulares. Presenta un grado considerable de corrosión	Verde pálido
MA-ESP02	XVI	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Redoma prácticamente completa, con umbo y marca de puntil. Paredes muy finas (< 1 mm). Presenta algunas burbujas de gran tamaño. El cuello es largo y estrecho. Presenta restos de corrosión opalescente.	Verde pálido
MA-ESP03	XVI	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Pie de copa. Umbo y marca de puntil. Façon de Venice. El borde del pie está plegado.	Verde pálido
MA-ESP04	XVI	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo de una forma de paredes gruesas. Presenta abundantes burbujas de gran tamaño.	Turquesa
MA-ESP05	XVI	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Borde, cuello y arranque del cuerpo de una pequeña botella o redoma de forma globular. El borde está alisado a fuego. Presenta numerosas burbujas de pequeño tamaño.	Verde pálido

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	459/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
MA-ESP06	XVI	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo de un recipiente extremadamente fino (existen fragmentos de distintas piezas, probablemente, pero son muy similares). Presenta un número considerable de burbujas de gran tamaño. ¿Posible Façon de Venice?	Incoloro
MA-ESP10	Andalusí	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo de recipiente de forma muy vertical. Paredes finas (c. 1 mm). Múltiples burbujas y corrosión opalescente.	Verde pálido
MA-ESP11	Andalusí	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio en bruto	Nódulo de vidrio en bruto	Verde pálido
MA-ESP12	Andalusí	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de borde plegado. Alisado al fuego.	Verde pálido
MA-ESP13	Andalusí	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo. Presenta múltiples burbujas de gran tamaño. El contexto presenta varios fragmentos que pertenecen a la misma pieza.	Verde pálido
MA-ESP14	Emiral	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Galleta de pie con umbo y marca de puntal y arranque de pie alto. Quizás una copa. El labio del pie está alisado al fuego. Gran número de pequeñas burbujas.	Verde pálido
MA-ESP15	Califal	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio en bruto	Nódulo de vidrio en bruto	Turquesa

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	460/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
MA-ESP16	Califal	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de borde correspondiente a una forma abierta. El labio continua la progresión de la pared. Presenta numerosas burbujas alargadas.	Verde pálido
MA-ESP17	X	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Base con umbo y marca de puntil. Los bordes del pie tienen forma ondulada.	Incierto
MA-ESP18	X	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo de forma de gran tamaño (la curvatura resulta prácticamente inapreciable). Presenta numerosas burbujas.	Verde
MA-ESP20	Principios VII	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Asa	Arranque de asa de pequeña circunferencia. Presenta algunas burbujas de pequeño tamaño	Turquesa
MA-ESP21	X	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Tapadera recta con mamelón. El borde está alisado al fuego. Gran cantidad de burbujas de gran tamaño	Incoloro
MA-ESP22	Califal	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo. Curvatura ligera. Presenta una ligera corrosión perlescente.	Incoloro
MA-ESP23	Califal	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Pequeño fragmento de forma soplada. Presenta burbujas de gran tamaño	Verde
MA-ESP24	X	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de borde plegado. Alisado al fuego. Forma abierta. Presenta cierta corrosión opalescente.	Incoloro

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	461/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
MA-ESP25	Califal	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de borde de forma abierta, con el arranque de las paredes discernible. Las paredes son rectas y presentan unos hilos horizontales en su derredor. El borde está alisado al fuego. Presenta una ligera corrosión perlescente.	Incoloro
MA-ESP26	Principios VII	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de borde correspondiente a una forma abierta. El borde está alisado al fuego.	Incoloro
MA-ESP27	Emiral	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio de ventana	Fragmento de vidrio plano (posiblemente corresponda a un vidrio de ventana). Es muy fino (c. 1 mm). Presenta ligeras señales de corrosión.	Verde pálido
MA-ESP28	X	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmentos de cuerpo de recipiente con forma irregular (por ligero defecto de fabricación).	Azul muy pálido
MA-ESP29	Finales VI-principios VII	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de base con umbo y marca de puntal. El arranque de las paredes es apenas discernible. Presenta múltiples burbujas, algunas de ellas de gran tamaño.	Verde amarillento pálido

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	462/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
MA-ESP30	Finales VI-principios VII	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Base de copa con umbo y marca de puntal. Repié corte con forma de reloj de arena, y arranque del depósito, que tiene una forma poco profunda. Las paredes son muy finas (< 1 mm). Presenta múltiples burbujas, algunas de ellas de gran tamaño	Verde amarillento pálido
MA-ESP31	Finales VI-principios VII	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Asa	Asa de sección circular. Presenta ligeras trazas de corrosión perlescente. En el mismo contexto se constata la presencia de gran cantidad de fragmentos que podrían pertenecer al mismo objeto.	Verde pálido
MA-ESP32	Finales VI-principios VII	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo correspondiente a una forma abierta (¿quizás una copa?). Paredes muy finas (< 1 mm). Presenta algunas burbujas. El contexto contiene varios fragmentos que pueden corresponder al mismo objeto.	Incoloro
MA-ESP33	Finales VI-principios VII	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de borde y cuerpo correspondiente a una forma abierta. El borde está plegado hacia el exterior. Las paredes son muy finas (<1 mm). Presenta notables restos de corrosión. El contexto contiene varios fragmentos que pueden corresponder al mismo objeto	Amarillo verdoso pálido

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	463/807





*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
vidrio y cerámicas vidriadas*  
Apéndice 1

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
MA-ESP34	Finales VI-principios VII	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo de forma abierta. Las paredes son muy rectas y finas (<1 mm). Las paredes presentan una cicatriz circular, posiblemente indicando la presencia de un asa, hoy perdida. Muchas burbujas, algunas de ellas de gran tamaño. El contexto incluye gran cantidad de fragmentos, muchos de los cuales pueden pertenecer al mismo objeto.	Verde amarillento muy pálido
MA-ESP35	Finales VI-principios VII	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Asa	Fragmento de asa muy fina. Presenta restos de corrosión opaca. Está repleta de cavidades superficiales, algunas de tamaño considerable (hasta 2 mm).	Verde amarillento pálido
MA-ESP36	Finales VI-principios VII	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de borde correspondiente a una forma de gran tamaño. El borde está plegado hacia el interior, presentando una sección oval. Las paredes parecen cerrarse para adoptar un perfil troncocónico invertido. Presenta varias burbujas de gran tamaño. Las paredes son muy finas (< 1 mm). El contexto incluye gran cantidad de fragmentos, muchos de los cuales pueden pertenecer al mismo objeto.	Amarillo verdoso pálido

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	464/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
MA-ESP39	Finales VI-principios VII	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de borde, correspondiente a una forma abierta. Las paredes se cierran para formar una forma troncocónica invertida. El borde es macizo y alisado al fuego. Las paredes tienen unos 2-3 mm de grosor. Múltiples burbujas, algunas de forma alargada.	Verde
MA-ESP38	Finales VI-principios VII	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de borde, alisado al fuego, correspondiente a una forma abierta. Las paredes son rectas y tienen un grosor de 1-2 mm. Presenta posible decoración pintada en azul en varias bandas paralelas (c. 2 mm)	Verde amarillento
MA-ESP39	Finales VI-principios VII	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de borde correspondiente a una forma abierta. El borde está alisado al fuego. Presenta algunas pequeñas burbujas	Verde pálido
MA-ESP40	Finales VI-principios VII	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de borde, correspondiente a una forma abierta. El borde está alisado al fuego. Las paredes son rectas y finas (< 1 mm)	Verde amarillento pálido
MA-ESP41	Finales VI-principios VII	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de borde, alisado al fuego. Corresponde a una forma abierta. Múltiples burbujas de diferentes tamaños y ligeros restos de corrosión.	Verde amarillento pálido

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	465/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
MA-ESP42	V-finales VII	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo con leve curvatura. Paredes finas (c. 1 mm). Múltiples burbujas y corrosión ligera	Verde pálido amarillento
MA-ESP43	Finales VI-principios VII	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de borde, ligeramente plegado al interior y alisado al fuego. Presenta finas estrías en el exterior, pero no son paralelas. Las paredes son muy finas (< 1 mm). Forma abierta. Algunas burbujas de gran tamaño	Azul pálido
MA-ESP45	Finales VI-principios VII	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de borde correspondiente a una forma abierta.	Incoloro
MA-ESP46	Finales VI-principios VII	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de borde correspondiente a una forma abierta. El borde está engrosado y alisado al fuego. Algunas burbujas y corrosión ligera. Las paredes son muy finas (< 1mm)	Amarillo pálido
MA-ESP47	Finales VI-principios VII	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de borde, engrosado y alisado al fuego. Correspondiente a una forma abierta. Paredes bastante finas (c. 1 mm).	Azul pálido
MA-ESP48	Finales VI-principios VII	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Asa	Fragmento de asa torsionado con posibles hilos aplicados. Un pequeño fragmento del cuerpo aún aparece adherido. Algunos restos de corrosión opaca.	Verde amarillento pálido

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	466/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
vidrio y cerámicas vidriadas*  
Apéndice 1

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
MA-ESP49	Finales VI-principios VII	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo, con muy leve curvatura (¿correspondiente a una forma abierta?)	Verde pálido
MA-ESP50	V-finales VII	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de borde, forma abierta. Labio engrosado y alisado al fuego. Las paredes tienen c. 1 mm. Múltiples burbujas y corrosión ligera	Verde pálido amarillento
MA-ESP51	Finales VI-principios VII	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo con parte del asa aún unida. ¿Forma cerrada?	Verde pálido
MA-ESP52	Finales VI-principios VII	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Restos de producción	Potenciales fragmentos de escoria, con un exterior poroso y un interior claramente vitrificado. Muestra tomada del interior	-
MA-ESP53	V-finales VII	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo correspondiente a una forma abierta. Paredes finas (c. 1 mm). Algunos restos de corrosión	Verde muy pálido
MA-ESP54	V-finales VII	c/Molina Larios	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de borde correspondiente a una forma abierta. El borde es sólido, engrosado y alisado al fuego. Paredes finas (< 1 mm). Estriaciones decorativas horizontales muy finas aproximadamente 1 cm bajo el borde y posible banda pintada (2 mm).	Verde pálido
MA-ESP56	XII	c/Albert Camús	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de vidrio muy plano, pero con cierta curvatura. Presenta múltiples burbujas de pequeño tamaño.	Azul pálido



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
MA-ESP57	XII	c/Albert Camús	Málaga	Málaga	Vidrio en bruto	Nódulo de lo que parece un fragmento de vidrio en bruto	Turquesa/ Verde agua
MA-ESP58	XII-XIII	c/Albert Camús	Málaga	Málaga	Vidrio soplado a molde	Fragmento de cuerpo con relieves decorativos al exterior. El fragmento es demasiado pequeño y el exterior está demasiado degradado para apreciar los motivos decorativos. Presenta una capa bastante gruesa de corrosión opaca, pero es posible apreciar la coloración	Amarillo pálido
MA-ESP59	XIII-XIV	c/Albert Camús	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Base de copa alta, en la que es posible apreciar la marca del pie. Algunas pequeñas burbujas y algunas grandes. Presenta una capa considerable de corrosión	Verde pálido
MA-ESP60	XII-XIII	c/Albert Camús	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Múltiples fragmentos de lo que puede ser el mismo recipiente, aunque la mayor parte de ellos son demasiado pequeños para discernir la tipología. El color es difícil de apreciar, como consecuencia de la gruesa capa de corrosión	-
MA-ESP62	XIII-XIV	c/Albert Camús	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo de forma tubular, cuya forma evoca una circunferencia considerable	Negro opaco

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	468/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
MA-ESP63	XIII-XIV	c/Albert Camús	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de base con umbo y arranques de la pared, recta y vertical (quizás se trata de una botella). Presenta algunas burbujas. Presenta ligeras marcas de corrosión	Azul turquesa
MA-ESP64	XIII-XIV	c/Albert Camús	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de base con umbo y marca de puntal. Debe corresponder a una forma pequeña jarra o frasco. Presenta grandes burbujas. Presenta algunas marcas de corrosión.	Aqua pálido
MA-ESP65	XII-XIII	c/Albert Camús	Málaga	Málaga	Vidrio soplado (¿?)	Cuatro fragmentos de un vidrio opaco verde-azul, que parecen pertenecer al mismo recipiente, aunque no existen coincidencias. Presenta algunos restos de corrosión iridiscente	Verde-azul
MA-ESP66	XIII-XIV	c/Albert Camús	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de base con umbo de poca profundidad. El arranque del cuerpo sugiere una forma piriforme.	Amarillo pálido
MA-ESP67	XIII-XIV	c/Albert Camús	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo. Paredes muy finas (c. 1 mm). Marcas leves de corrosión.	Amarillo pálido metálico
MA-ESP68	XIII-XIV	c/Albert Camús	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo de una forma de pequeño tamaño. Está casi completamente cubierto de corrosión. Las paredes son muy finas (c. 1 mm)	Amarillo pálido metálico

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	469/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
MA-ESP70	XIII	c/Albert Camús	Málaga	Málaga	Vidrio en bruto	Fragmento de vidrio en bruto. Presenta una forma alargada y redondeada, como si hubiese sido trabajado en la zona superior, pero cubierto de corrosión/material de crisol en la inferior. Presenta diferencias en coloración en distintas áreas, con distintas tonalidades de verde que se hace más oscuro a medida que se acerca a las zonas en las que habría estado en contacto con el crisol.	Verde variable
MA-ESP71	X-XI	c/Albert Camús	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Dos fragmentos (sin coincidencia) de lo que parece el mismo recipiente. Es difícil discernir la tipología con los fragmentos disponibles, pero uno de los dos fragmentos tiene adherido lo que parece el arranque de un asa aplicada. Presenta una capa muy gruesa de corrosión iridiscente. Grosor variable (2-4 mm).	Incoloro/amarillo pálido
MA-ESP72	XIII-XIV	c/Albert Camús	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo, quizás correspondiente a una forma globular. Las paredes son muy finas (<1 mm). Presenta bastantes burbujas y marcas ligeras de corrosión.	Verde intenso (translucido)

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	470/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
MA-ESP73	Principios VII	c/Cister-c/San Agustín	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de borde y cuello. El borde se conserva en aproximadamente 1/3 de la circunferencia total. Plegado hacia el interior y formando un ojo oval. El cuello se proyecta de forma recta y vertical. Posiblemente una jarrita u otra forma cerrada. Corrosión moderada y algunas burbujas de gran tamaño.	Azul
MA-ESP74	Principios VII	c/Cister-c/San Agustín	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de vidrio casi enteramente plano (pero con un curvatura muy leve). Muy fino (<1 mm). Base con umbo y marca de puntal. Cubierto de corrosión.	Azul pálido
MA-ESP75	Principios VII	c/Cister-c/San Agustín	Málaga	Málaga	Vidrio en bruto	Nódulo de vidrio en bruto	Verde
MA-ESP76	Principios VII	c/Cister-c/San Agustín	Málaga	Málaga	Vidrio en bruto	Nódulo de vidrio en bruto	Verde
MA-ESP77	Principios VII	c/Cister-c/San Agustín	Málaga	Málaga	Vidrio en bruto	Nódulo de vidrio en bruto	Verde
MA-ESP78	Principios VII	c/Cister-c/San Agustín	Málaga	Málaga	Vidrio en bruto	Nódulo de vidrio en bruto	Verde
MA-ESP80	Principios VII	c/Cister-c/San Agustín	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de pie aplicado y cuerpo de recipiente. La base tiene umbo y las paredes se proyectan de forma casi vertical, formando un suave cono truncado. Paredes relativamente gruesas (c. 3 mm). Probablemente una jarra u otra forma cerrada. Bastantes burbujas, algunas bastante grandes. Bastante corrosión	Amarillo pálido

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	471/807





*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
MA-ESP81	Principios VII	c/Cister-c/San Agustín	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de borde correspondiente a una forma abierta. El borde está afinado al fuego y forma un pequeño labio hacia el interior. Las paredes son bastante finas (<1mm). Cantidad substancial de corrosión y de burbujas.	Incoloro (¿?)
MA-ESP82	Principios VII	c/Cister-c/San Agustín	Málaga	Málaga	Asa	Fragmento que probablemente se corresponde con una ancha asa. Es bastante plana, pero se curva en un extremo, y uno de los laterales es suave y posiblemente está alisado al fuego, aunque el otro presenta esquirlas. Presenta bastante corrosión	Amarillo pálido verdoso
MA-ESP84	Principios VII	c/Cister-c/San Agustín	Málaga	Málaga	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo. Muy fino (< 1 mm). Posiblemente de un cuello, porque presenta forma cilíndrica. Presenta algunas burbujas y dos estriaciones decorativas, presumiblemente horizontales, con aproximadamente 1 cm de separación.	Verde muy pálido
MAZ-150	X-XI	Madinat al-Zahra	Córdoba	Córdoba	Vidrio soplado	Fragmento de paredes finas, correspondiente a una forma soplada. Corrosión ligera.	Incoloro.
MAZ-151	X-XI	Madinat al-Zahra	Córdoba	Córdoba	Vidrio soplado	Fragmento de paredes finas, correspondiente a una forma soplada.	Incoloro.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	472/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
MAZ-152	X-XI	Madinat al-Zahra	Córdoba	Córdoba	Vidrio soplado	Fragmento de paredes finas, correspondiente a una forma soplada.	Incoloro.
MAZ-153	X-XI	Madinat al-Zahra	Córdoba	Córdoba	Vidrio soplado	Fragmento de paredes finas, correspondiente a una forma soplada.	Incoloro.
MAZ-154	X-XI	Madinat al-Zahra	Córdoba	Córdoba	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo. Corrosión ligera.	Incoloro con un leve tinte.
MAZ-155	X-XI	Madinat al-Zahra	Córdoba	Córdoba	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo. Corrosión ligera	Prácticamente incoloro.
MAZ-157	X-XI	Madinat al-Zahra	Córdoba	Córdoba	Vidrio soplado	Fragmento de paredes fina, correspondiente a una forma soplada. Corrosión ligera.	Incoloro.
MU-ESP01	IX	Belluga	Murcia	Murcia	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo	Incierto
MU-ESP02	Primera mitad XII	c/Pascual	Murcia	Murcia	Vidrio soplado	Fragmentos de cuerpo no diagnósticos, cubiertos por una gruesa capa de corrosión	Incierto
MU-ESP03	Tercer cuarto XII	c/Pascual	Murcia	Murcia	Vidrio soplado	Fragmento de borde plegado hacia afuera. Forma abierta (¿?)	Incoloro
MU-ESP04	Finales XII	c/Pascual	Murcia	Murcia	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo no diagnóstico	
MU-ESP05	Finales XII	c/Pascual	Murcia	Murcia	Vidrio soplado	Fragmento de base de recipiente	Amarillo pálido/incoloro
MU-ESP06	XIV-XV	c/Pascual	Murcia	Murcia	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo poco diagnóstico	Verde pálido
MU-ESP07	XIV-XV	c/Pascual	Murcia	Murcia	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo poco diagnóstico	Verde pálido
MU-ESP08	X	c/Pascual	Murcia	Murcia	Vidrio soplado (¿?)	Fragmento informe de vidrio, probablemente procedente de un recipiente soplado, pero es difícil asegurarlo al carecer de forma discernible.	Verde

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	473/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
MU-ESP09	Finales X-principios XI	c/Pascual	Murcia	Murcia	Vidrio soplado	Fragmento de base de recipiente. Vidrio bastante grueso y con numerosas burbujas, algunas de las cuales son de gran tamaño.	Verde
MU-ESP12	Primera mitad XII	c/Pascual	Murcia	Murcia	Vidrio soplado	Fragmento de base	Incoloro
MU-ESP13	Mediados XII	c/Pascual	Murcia	Murcia	Vidrio soplado	Fragmento de base de copa con pie. Borde plegado en la zona inferior	Incoloro (tiene un tinte verde muy tenue)
MU-ESP14	XII	c/Pascual	Murcia	Murcia	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo de recipiente	Incoloro con tintes metálicos
MU-ESP15	Primera mitad XIII	c/Pascual	Murcia	Murcia	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo de vidrio soplado, con numerosas cicatrices por desvitrificación y marcas oscuras de corrosión.	Verde oliva
MU-ESP16	XII	Puxmarina	Murcia	Murcia	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo de recipiente de vidrio.	Amarillo muy pálido
MU-ESP17	XII	Puxmarina	Murcia	Murcia	Vidrio soplado	Fragmento bastante grueso de cuerpo de recipiente de vidrio. Presenta bastantes burbujas.	Verde pálido semi-opaco
MU-ESP18	XII	Puxmarina	Murcia	Murcia	Asa	Fragmento de asa	Azul pálido
MU-ESP19	XII	Puxmarina	Murcia	Murcia	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo de recipiente. Casi opaco.	Ámbar oscuro
MU-ESP20	XII	Puxmarina	Murcia	Murcia	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo.	Incoloro
MA-ESP21	XII	Puxmarina	Murcia	Murcia	Vidrio en bruto	Posible fragmento de vidrio en bruto	Amarillo oscuro/ámbar sucio

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	474/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
MASE-265	Segunda mitad del XV	Patio de San Laureano	Sevilla	Sevilla	Vidrio soplado	Dos fragmentos del mismo recipiente (¿?). Es probable que uno de los fragmentos corresponda a la base. Marcas de puntil. El segundo fragmento corresponde al depósito. Tiene marcas horizontales aplicadas. Presenta una gruesa capa de corrosión.	Incierto
MASE - 266	Segunda mitad del XV	Patio de San Laureano	Sevilla	Sevilla	Pulsera	Fragmento de pulsera con sección en D.	Falso negro (verde oscuro al muestrear)
MASE - 267	Mediados XV	Patio de San Laureano	Sevilla	Sevilla	Vidrio soplado	Dos bases con umbo. Numerosas burbujas. La muestra se obtiene del más pequeño, que también presenta marcas de puntil.	Verde oscuro
MASE - 268	Mediados XV	Patio de San Laureano	Sevilla	Sevilla	Vidrio soplado	Cinco fragmentos (tres bases, dos cuerpos). La muestra se obtiene de una base con umbo (¿base de botella?), con numerosas burbujas.	Verde
MASE - 269	Mediados XV	Patio de San Laureano	Sevilla	Sevilla	Vidrio soplado	Fragmento de recipiente con costillas. Presenta numerosas burbujas de tamaño minúsculo. Posiblemente parte de un pie extendido.	Verde pálido
MASE - 270	Segunda mitad del XV	Patio de San Laureano	Sevilla	Sevilla	Vidrio soplado	Base tubular con una capa poco consistente de corrosión. Algunas pequeñas burbujas.	Verde pálido

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	475/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
MASE - 271	Segunda mitad del XV	Patio de San Laureano	Sevilla	Sevilla	Pulsera	Dos fragmentos de la misma pulsera con coincidencia. Presenta espiral y una sección circular. Se preserva el engarce.	Negro
MASE - 272	Segunda mitad del XV	Patio de San Laureano	Sevilla	Sevilla	Vidrio soplado	Fragmento de borde exvasado. Forma globular (¿?) (¿frasco?).	Incierto
MASE - 273	Segunda mitad del XV	Patio de San Laureano	Sevilla	Sevilla	Pulsera	Siete fragmentos, cuatro de los cuales (de color negro) representan un mínimo de dos pulseras. Todas ellas menos una tienen secciones circulares. Dos de ellas conservan el engarce. Los otros dos fragmentos presentan una ligera capa de corrosión, presentando espirales bícromas con sección circular. La muestra se obtiene del engarce de una de las primeras.	Negro
MASE - 274	Segunda mitad del XV	Patio de San Laureano	Sevilla	Sevilla	Pulsera	Fragmento de pulsera con engarce visible	Negro
MASE - 275	Segunda mitad del XV	Patio de San Laureano	Sevilla	Sevilla	Vidrio soplado	Base con umbo correspondiente a botella (¿?). Presenta una ligera capa de corrosión opalescente y algunas burbujas de tamaño minúsculo.	Verde pálido
MASE - 276	Segunda mitad del XV	Patio de San Laureano	Sevilla	Sevilla	Pulsera	Fragmento de pulsera con engarce visible	Negro
MASE - 277	Segunda mitad del XV	Patio de San Laureano	Sevilla	Sevilla	Vidrio soplado	Base de gran tamaño, con anillo plegado. Presenta una ligera capa de corrosión.	Verde oliva

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	476/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
MASE - 278	Último cuarto del XV	Patio de San Laureano	Sevilla	Sevilla	Vidrio soplado	Cinco fragmentos de recipientes, incluyendo un fragmento de borde alisado al fuego, que posiblemente corresponda a una forma abierta. La muestra se toma de un fragmento incoloro.	Incoloro
MASE - 280	Segunda mitad del XV	Patio de San Laureano	Sevilla	Sevilla	Vidrio soplado	Cuello de recipiente con decoración aplicada. Diámetro interno 1 cm. Muy grueso. Translúcido.	Azul oscuro
MASE - 281	Segunda mitad del XV	Patio de San Laureano	Sevilla	Sevilla	Vidrio soplado	Dos fragmentos de recipiente, sin coincidencias. La muestra se toma de una base con umbo de gran tamaño, correspondiente a una botella o jarra	Incierto
MASE - 282	Segunda mitad del XV	Patio de San Laureano	Sevilla	Sevilla	Pulsera	Tres fragmentos de pulseras planas. Cuatro fragmentos de pulseras de sección circular. La muestra se obtiene de una de las planas. Presenta tres molduras longitudinales en la cara exterior, y una serie de estrías finas en la interior	Negro
MASE - 283	Último tercio XV	Patio de San Laureano	Sevilla	Sevilla	Vidrio soplado	Fragmento de recipiente de pequeño tamaño.	Veteado azul y negro.
MASE - 284	Último tercio XV	Patio de San Laureano	Sevilla	Sevilla	Pulsera	Ocho fragmentos de pulsera, incluyendo dos de la misma pulsera (hay coincidencia), que completan la pieza. La muestra se obtiene de una pulsera en espiral, de sección circular, en la que resulta visible el engarce.	Amarillo ámbar

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	477/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
MASE - 285	Segunda mitad del XV	Patio de San Laureano	Sevilla	Sevilla	Pulsera	Dos fragmentos correspondientes a pulseras diferentes, de sección circular. La muestra se obtiene de la más delgada de las dos. Presenta una pequeña muesca, que indica el posible punto en que fue recogida durante su manufactura.	Negro
MASE - 286	Segunda mitad del XV	Patio de San Laureano	Sevilla	Sevilla	Pulsera	Dos fragmentos de pulseras diferentes. La muestra se obtiene de la más delgada de las dos. Presenta una pequeña muesca, que indica el posible punto en que fue recogida con una herramienta durante su manufactura, todavía en caliente.	Negro
MASE - 287	Segunda mitad del XV	Patio de San Laureano	Sevilla	Sevilla	Vidrio soplado	Fragmento de cuerpo con tres hilos aplicados en horizontal y uno en zig-zag	Verde pálido
MASE - 289	Segunda mitad del XV	Patio de San Laureano	Sevilla	Sevilla	Pulsera	Fragmento de pulsera. Superficie picada	Negro
MASE - 290	Segunda mitad del XV	Patio de San Laureano	Sevilla	Sevilla	Pulsera	Fragmento de pulsera en espiral, con una capa de corrosión y sección circular.	Azul
MASE - 291	Segunda mitad del XV	Patio de San Laureano	Sevilla	Sevilla	Vidrio soplado	Fragmento de recipiente	Incierto
MASE - 292	Último tercio XV	Patio de San Laureano	Sevilla	Sevilla	Pulsera	Pulsera bicroma en espiral con engarce visible.	Incoloro con un leve tinte verde y turquesa opaco
MASE - 293	Último tercio XV	Patio de San Laureano	Sevilla	Sevilla	Pulsera	Fragmento de pulsera bicroma con base negra y decoración incolora en zig-zag. Uno de los costados presenta una ligerísima rebaba	Negro e incolora

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	478/807



*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
vidrio y cerámicas vidriadas  
Apéndice 1*

Muestra	Cronología	Yacimiento	Localidad	Provincia	Tipología	Descripción	Color
MASE - 296	Segunda mitad del XV	Patio de San Laureano	Sevilla	Sevilla	Pulsera	Pulsera bícroma negra y blanca opaca. Sección circular. Tras el muestreo, el negro aparece como falso negro, siendo a contraluz un color azul oscuro	Azul/negro y blanco
MASE - 299	XV	Patio de San Laureano	Sevilla	Sevilla	Vidrio soplado	Base con umbo correspondiente a botella o redoma	Verde
MASE - 300	XV	Patio de San Laureano	Sevilla	Sevilla	Vidrio soplado	Base de botella con umbo. Marca de puntal visible. Pequeñas burbujas y molduras de costilla en la base (¿soplado a molde?).	Verde

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	479/807





## **Apéndice 2.**

### **2.1. Tabla de conversión de elementos a óxidos.**

La siguiente tabla expresa los valores de conversión entre los resultados obtenidos mediante las dos técnicas empleadas para el análisis de nuestras muestras. Mientras la microsonda de electrones (EMPA) mide el porcentaje en peso de un rango de óxidos presentes en el vidrio, la técnica LA-ICP-MS hace un conteo del número de átomos de una serie de elementos tras romper los lazos moleculares de estos por medio de la ablación laser. Para que ambas medidas resulten plenamente comparables, es necesario convertir los valores en partes por millón de la LA-ICP-MS en óxidos, para lo que tenemos que aplicar una tabla de equivalencias basadas en el peso de las moléculas formados por cada elemento y el número correspondiente de átomos de oxígeno.

El método de conversión consiste en multiplicar el valor en ppm de cada elemento por la equivalencia correspondiente y dividir la cantidad resultante entre 10000, siendo la cantidad resultante el porcentaje en peso que el óxido correspondiente a cada elemento ocupa en el vidrio del que se compone la muestra.

Por ejemplo, el valor de equivalencia del titanio es 1,6681. Por tanto, asumiendo que tenemos una muestra cuyo valor en titanio de acuerdo con la LA-ICP-MS es 1000 ppm, así:

$$1000 \text{ ppm Ti} \times 1,6681 = \frac{1668,1}{10000} = 0,16681\%$$

De lo que se concluye que la muestra de vidrio en cuestión presenta un 0,16881% de  $\text{TiO}_2$  en su composición.

La tabla de equivalencias empleadas en el análisis es la siguiente:

*El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión:  
 vidrio y cerámicas vidriadas  
 Apéndice 2*

Elemento	Valor	Elemento	Valor	Elemento	Valor	Elemento	Valor	Elemento	Valor
Ag	1,0741	Cs	1,0602	Ir	1,0832	Pb	1,1544	Ta	1,2211
Al	1,8895	Cu	1,2518	K	1,2046	Pd	1,1504	Tb	1,1510 1,1762
As	1,3203 1,5339	Dy	1,1477	La	1,1728	Pr	1,1703 1,2082	Tc	1,1649
Au	1,0406	Er	1,1435	Li	2,1527	Pt	1,0820	Te	1,3762
B	3,2202	Eu	1,1579	Lu	1,1371	Rb	1,0936	Th	1,0690 1,1379
Ba	1,1165	F	1,0000	Mg	1,6582	Re	1,0859	Ti	1,6681
Be	2,7758	Fe	1,2865 1,4297	Mn	1,2912	Rh	1,5555	Tl	1,1174
Bi	1,1148 1,1914	Ga	1,3422	Mo	1,5003	Ru	1,1583	Tm	1,1421
Br	1,0000	Gd	1,1526	N	3,8551	S	2,4972	U	1,1344 1,2017 1,1972
C	3,6644	Ge	1,4408	Na	1,3480	Sb	1,1971 1,3284	V	1,7852
Ca	1,3992	H	8,9370	Nb	1,4305	Sc	1,5338	W	1,2610
Cd	1,1423	Hf	1,1793	Nd	1,1664	Se	1,6079	Y	1,2699
Ce	1,1713 1,2284	Hg	1,0798	Ni	1,2725	Si	2,1392	Yb	1,1387
Cl	1,0000	Ho	1,1455	O	2,0000	Sm	1,1596	Zn	1,2448
Co	1,2715	I	1,0000	Os	1,0841	Sn	1,2696 1,1384	Zr	1,3508
Cr	1,4615	In	1,2091	P	2,2916	Sr	1,1826		

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	481/807



### Apéndice 3.

#### Colección de textos.

*Sedacina. Guillaume Sedacer.*

Fol 31v.:

#### CAPITULUM VISEDUMUM SECUNDUM DE VITRO ET EIUS NATURA ET MULTIPLICI CONDIMENTO

(1) Vitrum est corpus diaphanum, artificialiter ad naturam quinte essencie redactum, quod argentum populi in libris philosophorum nominatur eo quia similitudinem vasorum auri et argenti in domibus pauperum representat. (2) Est receptivus omnium colorum et ideo lapis omnium colorum denominatur: cum rubeis fit rubeus, cum albus fit albus et in quocumque alio colore commixus, eodem tingitur et edundem in se retinet et perhenniter representat. (3) Et ideo fertur esse convertibilis ad omnem naturam, ideo lapis convertibilis nominatur. Et est signum et principium lapidis philosophorum vegetabilis eo quia illius et istius est una via et unus modis et unus processus et omnia attenduntur in sapientia operantis.

#### Qualiter conficitur vitrum

(4) Conficitur diversimode a diversis de diversis materialibus; communiter conficitur sic: récipe soudam vel filiginem vel salicornium et conbure in magna quantitate in magna fóvea et convertetur in speciem lapideam salsuginosam. (5) Trituretur et récipe de ea partes duas, pulveris lapidum alborum torrencium qui alio nomine giges vocantur partem 1, mesceantur simul et pastentur cum aqua communi et fiant pile que disiccate et dure tribus diebus decoquantur in archa, primo ad lentum ignem, deinde augmentando uniformiter quousque vertantur in

Fol. 32r.:

speciem vitream lapidosam. (6) Abstractis ab archa et infrigidatis, ponantur in domo transversa ígnea in mortariis magnis quosque fortitudine ignis convertantur in aquam currentem. (7) Separetur salsedo supernatans que alkali in hoc libro nominatur et postea affinetur 24 horis et infundatur ibi color usque álbum et purum efficiatur. (8) Deinde abstrahatur cum virga martis quia velut viscus cuspidi virge adherebit. (9) Inde fomentar vasa, cifi et alia utensilia domus pro libito voluntaris que argentum gencium denominantur.

Alia composition

(10) Aliter conficitur sic et puriori modo: récipe anime crescentis virginis separate partes duas, calcis lapillorum partem 1, misceantur simul et fiat ut supra.

(11) Si de predicto vitro vis facere vasa diversorum colorum, fac sic: récipe anime crescentis virginis separate partes 2, calcis lapillorum predictorum partem 1, misceantur simul quia ista est materia prima ómnium vasorum. (12) Si vis facere de colore rubino, ad 20 partes istius pone partem una limature [símbolo alquímico árabe del hierro]. Pro balagio, ad 20 partes ipsius pone partem semis battiture [símbolo alquímico latino del hierro]. (13) Pro saphiro, ad 20 partes istius pone partem 1 erfás. Pro colore scorpio, ad 20 partes istius pone partem 1 zoalis glorificati. (14) Pro smaragdo, ad 20 partes ipsius pone partem 1 sedine. (15) Et si vis facere smaldos, pone partes 2 pulveris anime virginis separate et partem 1 pulveris lapidum rivulorum et partem semis coloris, colore variato sicut dictum est supra. (16) Et si vis facere vitrum in colore margaritarum, pone partes 4 predictorum pulverum et partem 1 talci marini calcinati. Et si vis ipsum havere transparentem, pone ad 20 partes predicti pulveris partem 1 talci marini calcinati. (17) Pro smaldo albo, recipe pulveris anime crescentis virginis partes 2, calcis lapillorum partem 1, calcis domini aeris partes semis; procedatur in ómnibus ut supra in compositione vitri communis dictum est.

Confectio vitri de [símbolo alquímico griego del plomo]

(18) Vitrum de [símbolo alquímico griego del plomo] conficitur sic: funds [símbolo alquímico hebreo del plomo] semel et extingue

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	483/807



Fol. 32v.:

In annore pulvere. Deinde funde ipsum et mitte in base fictili fortissimo luto mineralitatis clauso, vas sit semiplenum et pone in furno calcinationes et da ignem bonum die integro et invenies ipsum factum vitrum rubeum, valde pulchrum. (19) Funde ipsum cum equali pondere sui alicuius salis preparati fusilibis et habebis stopacium naturali pulchriorem et virtuosiozem. (20) Pulveriza ipsum et lava cum aqua salamantina, postea cum aqua dulci et disicca et pulveriza. Deinde récipe arsenici citrini foliati partem 1, vitri predicti partem aliam, misce et tere utrumque insimul sine liquore et sublima a principio cum fortissimo igne tociens quousque totum vitrum ascendat cum arsénico, quod erit factum in tribus vicibus. (21) Quarta vero vice, sublima cum lentissimo igne ut separetur arsenicum a vitro et arsenicum ascendet et vitrum remanebit in fundo cucurbite sicut pulvis aureus es est penetrativus et tingit es, plumbum, stagnum et argentum in solem preciosissimum, una pars supra 10. (22) Et si non faceret, sublima ipsum cum predicto arsénico tociens quousque fundatur ut plumbum et tunc faciet effectum suum. Tunc recipe predictum pulverem et pone in sulphure albo, fixo, fundenti – quod alio nomine vocatur stultus – fuso super ignem et duc cum baculo et permite parum bullirle. (23) Deinde tolle ab igne et induratum pulveriza et pone super laminam lapidis convertibilis vel super alalayam marmoream super arenam in loco húmido et solvetur in óleum citrinum valde pulchrum et pervium, distilletur per filtrum et iungatur cum tantumdem aque mercurii rubei et congela in lapillos diaphanos, turbinos, valde pulchros, fisibiles ad lumen candele, de quibus pone partem 1 super mille mercurii calidi et nitidi, de quo pone partem 1 super centum

Fol. 33.

Cuiuslibet corporis volueris excepto parte et sandanico et habebis solem minerali meliorem. Et hoc est a lude filia multociens expertum.

Confectio vitri de [símbolo alquímico indio del plomo]

(24) Aliter conficitur sic vitrum de [símbolo alquímico indio del plomo]: récipe silaoz itaciffirolg lev esurec elba enif lib. 10, calcis muragig lib. 4, pulverizetur simul et tritonizetur quia ista est materia prima ómnium lapidum preciosorum. (25) Cum volueris ergo habere carbunculum, ad 20 partes predicti pulveris, pone partem semis sanguinis draconis vel zeimilil rubificati et partem semis pulveris bilil, misceantur omnia simul et pulverizetur et ponantur in olla sictili fortissima que sit semiplena, luto vegetabilitatis inviolabiliter clausa, que ponatur ad coquendum ut sosa vitreariorum. (26) Cocta materia, pulverizetur simul et munde reservetur. (27) Inde récipe de eo partem 1, cuiuslibet salis preparati fusilibis secundum fusibilitatem ultime atincaris lunifici partem aliam, pulverizetur simul et misceantur per minima et tritonizetur et ponantur in base fictili fortissimo in domo transversa vitreariorum ignita et stet ibi quosque fortitudine ignis conservatur in aquam currentem et salsedo fuerit omnino ignis fortitudine evolata. (28).Tunc abstrahatur de domo illa et ponatur in archa vitreariorum ad affinandum seu temperandum 12 horis. (29) Inde bastrahatur et vas frangatur cautissime per modum quod materia non ledatur. Tunc scinidantur de massa illa carbuncli noctem iluminantes; politi ponantur aliquibus diebusin ventre ecedubla et sustinebit omne iudicium et examen. (30) Pro balagio, ad 20 partes predicti pulveris pone partem semis zeimilil rubificati. Pro rubino, ad 20 partis predicti pulveris pone partem 1 zeimilil rubificati. (31) Pro saphiro, ad 20 partes predicti pulveris pone partem 1 iruza de erea ve largas muroirairtiv. (32) Ad smaragdum ad 20 partes predicti pulveris pone partem 1 [símbolo alquímico griego del cobre]

Fol. 33v.

Ad turquesam, ad 20 partes predicti pulveris pro qualibet un. Pone iruza de erea duos garoffinos. (33) Ad crisolitam, ad 20 partes predicti pulveris pone 1 martem sedine. (34) Ad gerguncziam, ad 20 partes predicti pulveris pone partem 1 istius arsenici sublimati: récipe auripigmenti laminosi lib. 1salis maris lib. 1, mercurii peregrini solifici lib. 1, tucie allexandrine un. 1 et semis, omnia misceantur per minima et ponantur ad sublimandum; arsenicum ascendet rubicundissimum in modum racemorum, de quo pone pro gergunza ut immediate est notatum. (35) Pro lapide

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	485/807



margaritino transparenti, ad 20 partes predicti pulveris pone partem 1 talci calcinati marini linifici. Pro opacis margaritis ómnibus modis similibus naturalibus, ad 20 partes predicti pulveris pone partes 2 talci predicti. (36) Et in ómnibus predictis lapidibus procedatur sicut in carbúculo et processum. Pro stopacio, nullus color apponatur sed materia prima ómnium lapidum preciosorum regatur sicut in regimine carbunculi est expressum. (37) Et pro certo habebis lapides preciosos ad mone examen et iudicium, naturalibus pulchriores et virtuosiores. Est iste est unis modus de veracissimis, ómnibus fere ignotus, absque consciencia et timore et hoc ideal quia est via una et unis est modus arque finis istorum lapidum et naturalium quia est sulphur et argentum vivum, flore terre incorruptibili mediante, artificialiter ad naturam quinte essencie redactum; et illud quod natura fecit in mille annis Sole mediante, ars facit in paucis diebus et horis igne influente. (38) Ab istis lapidibus preciosus descendit ille lapis maior mineralis philosophicus de quo in séptimo capitulo huius libri fuit facta mencio et continet in se virtutem mineralitatis, animalitatis et vegetabilitatis et hoc patet intuitu avidissime quia ex mineralibus, animalibus et vegetabilibus componitur et ab ipsis recipit

Fol 34.

naturam et originem, qui mediantibus 4 elementis, Semper vivit, regitur, agit, regit et recipit incrementum, qui tante persistit potencie et virtutis quod omnem spiritum retinet fugibilem, scilicet akkibrit, azernef et lubricum, quod súbito in se mortuos recipit et in momento resurgit et glorificat resurgendo, quibus ipsemet una cum eisdem amplius glorificatur et velud ens seipsum solvens et augens, mundo existente, peragens, generans et regenerans, indeficiens permanet sempiternus. (39) De quo dicunt philosophi quod tante temperancie est et virtutis ex tribus predictis videlicet mineralibus, animalibus et vegetabilibus, mediantibus 4 elementis, compositis quod dicitur esse lapis incorruptibilis sicut et mone lapides preciosi artificialiter facti a quibus extraxit originem et naturam<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Barthelemy, P. 2002. *La Sedacina ou l'Œuvre au crible*. Paris-Milan. SÉHA-Archè.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	486/807



## CAPÍTULO XII

### EL VIDRIO, SU NATURALEZA Y CÓMO DEBE MEZCLARSE

(1) El vidrio es un material diáfano, creado artificialmente, como la quintesencia, que en los libros de los filósofos es llamado la “plata del pueblo”, porque en las casas pobres hace las veces del oro y la plata. (2) Puede encontrarse vidrio de todos los colores, porque se adapta a las piedras de todos los colores: si se mezcla con sustancias rojas, se vuelve rojo; si se mezcla con sustancias blancas, se vuelve blanco, y así con cualquier color, ya que lo adoptará de forma permanente. (3) Es por ese motivo que puede transmutarse en cualquier cosa, y la razón por la que se le conoce como “la piedra convertible”.

#### Como hacer vidrio

(4) Todo el mundo hace vidrio a su propia manera. La forma más común de hacerlo se basa en la sosa, que procede de los helechos o las salicornias, que deben ser quemadas en grandes cantidades en un agujero en el suelo, hasta que adquieran la forma de una piedra salina. (5) Reduce esta piedra a polvo y toma dos partes, más una parte de guijarros blancos de río, que se conocen como giges, y mézclalo todo haciendo una masa con agua corriente. Haz con esta masa unas bolas y una vez que estén endurecidas y secas caliéntalas en un horno durante tres días, primero en un fuego suave y después en un fuego mediano, hasta que adquieran el aspecto de una piedra vítrea. (6) Tras sacarlas del horno y dejarlas que se enfríen, colócalas en el interior de crisoles grandes y caliéntalas de nuevo, hasta que adquieran el aspecto de agua clara. (7) Separa la formación salina de la superficie, que en el libro es llamado alkali. Después, deja refinar durante 24 horas, y mézclalo con el color hasta que es blanco y puro. (8) Luego extráelo con una vara de Marte [hierro] y se adherirá a este como el pegamento. (9) Podemos darle al vidrio la forma que deseemos: vasos, copas y otros utensilios domésticos, que se llaman la plata del pueblo.

#### Otra composición

(10) Hay una forma más pura de hacer vidrio: toma dos partes del alma de la Virgen, una parte de piedra caliza y mézclalas como se describe más arriba. (11) Si quieres emplear el vidrio para producir recipientes de diversos colores, haz lo

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	487/807





siguiente: toma dos partes del alma de la virgen, una parte de cal y mezclalos, ya que esta es la materia prima que se emplea para todos los recipientes. (12) Si quieres hacer un color rubí, toma veinte partes de vidrio, una parte de rasuras de [símbolo alquímico árabe del hierro]. Para escobilla [¿?], veinte partes de vidrio y media de rasuras de [símbolo alquímico latino para el hierro]. (13) Para el color del zafiro, usa veinte partes de vidrio y una de zafiro. Para el color de la *scorpine* [¿?], veinte partes de vidrio y una de plomo blanco. (14) Para el color de la esmeralda, veinte partes de vidrio y una parte de rasuras de cobre. Si quieres alcanzar el color de los jacintos, veinte partes de vidrio y una de sedina. (15) Si quieres hacer esmaltes, dos partes de alma de la virgen en polvo, una parte de piedras calizas, y el colorante, media parte, dependiendo del color que quieras conseguir, como se explica más arriba. (16) Y si quieres hacer vidrio del color de las perlas mezcla, por cuatro partes de los polvos mencionados, una parte de talco marino calcinado. Si quieres hacer vidrio transparente usa una parte de talco marino calcinado y veinte partes de los mencionados polvos. (17) Para los esmaltes blancos, mezcla dos partes del alma de la Virgen, una parte de guijarros cálcicos, media parte de cal del señor del aire y procede como se explicaba más arriba acerca del vidrio ordinario.

Preparación de [símbolo alquímico griego del plomo]

(18) El vidrio de [símbolo alquímico griego del plomo] se hace de la siguiente manera: derrite una parte de [símbolo alquímico hebreo del plomo] y mézclalo con polvo de *annora*. Después mézclalo y viértelo en un vaso muy firme de piedra de forma que el vaso esté medio lleno. Sitúa esta mezcla en el horno para derretirlo, y déjalo a fuego vivo durante todo un día, y verás como se convierte en un hermoso vidrio rojo. (19) Derrítelo con una cantidad igual de sal, y obtendrás vidrio de color topacio, más hermoso y con mejores cualidades que el topacio natural. Pulveriza todo esto y lávalo con agua salmantina, y después con agua corriente. Seca y pulveriza. (20) Después toma una parte de arsénico amarillo y hojas y una segunda parte de este vidrio, mezcla y tritura todo junto sin añadir líquido alguno, y sublímalos con un fuego vigoroso desde el principio, tantas veces como el vidrio requiera para mezclarse con el arsénico, que serán tres. (21) En la cuarta sublimación, sitúalo sobre un fuego lento para separar el arsénico del vidrio, y el arsénico subirá mientras el vidrio permanece en el fondo del

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	488/807



crisol, como un polvo dorado; este polvo es muy penetrante, sirviendo para teñir el cobre, el plomo, el estaño, la plata, en una proporción de diez a uno. (22) Y si no es así, sublímalo de nuevo con el arsénico, hasta que se derrita como el plomo, y después tendrá este efecto. Después, coge el polvo y ponlo con el azufre blanco, también llamado el necio, derrítelo, remuévelo con una varilla y deja que hierva lentamente durante un rato. (23) Después sácalo del fuego y, una vez endurecido, pulverízalo y ponlo en una piedra o un mármol o un plato de azalaya sobre arena, en un lugar discreto, y se disolverá para formar un hermoso y transparente aceite amarillo; destíllalo con el filtro y mezcla con una cantidad igual de agua de mercurio rojo, cuajado sobre unas piedras diáfanos, que se derriten a la lumbre de una vela, añadiendo una milésima parte de este brillante y hermoso mercurio; después mezcla una centésima parte con lo que quieras excepto Marte [hierro] y acero indio, y tendrás un oro mejor que el oro mineral. Este experimento fue llevado a cabo muchas veces por la hija de Judas.

#### La producción de vidrio de [símbolo alquímico indio del plomo]

Esta es otra forma de manufacturar vidrio de [símbolo alquímico indio del plomo]: toma diez libras de plomo blanco, cuatro de guijarros, pulveriza y cuela, ya que esta es la materia prima de todas las piedras preciosas. (25) Cuando quieras obtener el color del carbunclo, toma veinte partes de este polvo, y media parte de sangre de dragón o *zeimilil* rubefactado y media parte de polvo de bilil, mezcla y coloca en una sólida marmita de piedra, medio llena, y colocalá sobre un fuego de leña tras sellarla bien; entondes puede derretirse como el vidrio de sosa. (26) Tras derretirlo, pulveriza y pon a un lado. (27) Toma una parte y otra parte de sal *athincar*, mezcla cuidadosamente, cuela y pon en un sólido vaso de terracota, colocándolo en un horno a fuego vivo hasta que se haya derretido y parezca agua corriente y la sal se haya evaporado con la fuerza del fuego. (28) Retira del fuego y déjalo en la cámara de templado durante doce horas para que se refine. Después rompe el vaso con mucho cuidado para no dañar el material que hay en su interior. Rómpelo en pequeños fragmentos y, tras pulirlos, colocalós durante varios días en la panza de un ecedubla [¿?], y esto les permitirá sobreponerse a todas las pruebas. (30) Para el color de la

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	489/807



escobilla [¿?] usa veinte partes de ladita molida y media parte de zeimilil rubefactado. Para el color del rubí pon veinte partes de ladita molida y una parte parte de zeimilil rubefactado. (31) Para el color del zafiro pon veinte partes de ladita molida y una parte de azurita o azafrán del vidriero. (32) Para el color de la esmeralda pon veinte partes de ladita molida y una parte de [símbolo alquímico griego del cobre]. Para el color de la turquesa pon veinte partes de ladita molida y por cada onza dos almendras de azurita y cuatro de plomo blanco. (33) Para el color de la crisolita veinte partes de ladita molida y una parte de *sedina*. (34) Para el color del Jacinto, veinte partes de ladita molida y una parte de arsénico, sublimado del siguiente modo: coge una libra de orpimento en capas, una libra de sal marina, una libra de mercurio importado, una onza y media de *tutie* de Alejandría, mezcla muy cuidadosamente y deja que sublime; el arsénico subirá y adoptará un color rojo muy vivo, como el de las uvas; este es el arsénico que emplearás para el color del Jacinto, como decíamos antes. (35) Para un piedra transparente del color de las perlas, toma veinte partes de ladita molida y dos partes de talco marino calcinado. Para obtener perlas opacas que en todo se asemejen a las naturales, toma veinte partes de ladita molida y dos partes de dicho talco. (36) Y para todas estas piedras preciosas haz lo mismo que haces con el color del carbunclo. (37) Y de pronto tendrás piedras preciosas que pasarán todos los exámenes y escrutinios, con una belleza y unas cualidades que superan las de las piedras naturales. Este es uno de los métodos más eficaces, pero pocos lo conocen. Este método puede llevarse a cabo sin temor, ya que sigue el mismo sistema seguido por la propia tierra, con la combinación del mercurio y el azufre, para producir la quintaesencia de estas piedras; así, lo que la naturaleza hace en miles de años con ayuda del sol, nosotros podemos hacer en horas con la ayuda del fuego. (38) Es de estas piedras preciosas que la piedra filosofal que mencionábamos en el capítulo séptimo procede, y que contiene todas las virtudes minerales, animales y vegetales. Y esto se hace obvio a todo aquel que observa con atención, porque está hecha de minerales, animales y vegetales, recibiendo de ellos su naturaleza y su esencia, que gracias a la operación de los cuatro elementos actúa, habla y crece, estando impregnado de tanta virtud y poder que es capaz de capturar todos los espíritus fugitivos, como el *alkibit* y el *azernef*, hasta cuando están muertas, revitalizándolos y glorificándolos, y glorificándose a sí misma

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	490/807



aún más en el proceso. Como una espada, que se disuelve y crece por sí misma, es permanente y eterno, llenando, generando y regenerando sin fin. (39) Los filósofos dicen que es equilibrada y virtuosa, y que contiene las esencias de los minerales, los animales y las plantas, y los cuatro elementos – por cuya razón se conoce como la piedra incorruptible; como todas las piedras preciosas artificiales de las que procede<sup>2</sup>.

*Epistola abbreviatoria. Christophoro de Sotomayor.*

Fol. 75 r.:


Lin. 1. Epistola abbreviatoria Domini christophori a soto m[aior] / suo amatissimo amico iohanni de Alcalá ; missa / sup[er] opus vitriato[rum] quod olim fecerat, illud / substantialiter continens. // Petisti a me amatissime ut enarrarem / tibi ea quae circa arte[m] vitriato[rum] diffuse / lo[n]ge et [pro]funde diu in quoda[m] libro v[ulg]-ariter scripsera[m] At cu[m] tu[us] erga me amor / me devinceret o[mn]ia tibi in hac epistola sub / stantialiter ac brevissime trada[m]. Ego enim / ta[m]de[n] rgatus ab ep[iscop]o Corduben[s]i et etia[m] ab / aliis libru[m] de vitriato[rum] arte co[n]didi qui tria / essentialiter co[n]tinebat. primu[m] scilicet mas-/sam vitri. secu[m]du[m] massan smalto[rum]. tertiu[m] colores quae bis massis adhibendur. Circa / primu[m] tibi dico q[uae] massa vitri in triplici / differe[n]tia feri potest [sed] co[m]munis una et haec / infima dici[tur]. Secu[n]dam quae apud quosda[m] / Christallina nominator et haec mediocris / habet [ur]. Ultima vero est physica et haec optima / om[n]ium [pro]mulgatur. Prima sic fit. Re[quire] Sosam, / sine sali cornia[m] quae Barrilla nominator / apud vitriatores, quae venit ex parte vegetali, / partes tres. Arena[m] sine lapides guigeos bene / tritos, parte[m] unarm] et dimidiam o[mn]ia simul/

Fol. 75 v.:

Misce cu[m] agua co[m]muni, posta, et fac panes, et / decoque in arca furni, et decoctos in frigidatos [que] / in furno in mortariis sine ollis funde, et di-/mitte p[er] nocte[m] unam admin[us], vel p[er] XXIII / horis quod meli[us] est afinare, et semp[er]

<sup>2</sup> Traducción propia.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	491/807



/ remove[n]do spuma[n] cu[m] cocleare ferreo quae / (sup[er]i[us]) enatat quae vulgariter sal anatro[m] no-/minat[ur]. Cu[m] (una) affinatum fuerit quod cognosces / cu[m] lissom fuerit qua[n]do cuspidi virga[e] ferrea[e] / adhaerebit et lissom manebit, Tu[n]c p[ro]ice sup[er] / ce[n]tum [libram]. Ductae materiae uncial[m] una[m] / parum min[us] vel magis magnesiae [quae] apud vitriato-/res tinctorum nominator. Et misce simul / bene, et immediate erit coloris violacei, di-/mite usq[ue] ille color in fundo recedat. Et / tu[n]c erit massa co[m]muni[s] alba vitriato[rum] apta / o[mn]en alium colorem recipere. // Secu[n]da [una] quae christallina dicit[ur] hoc modo / co[m]muniter fit ab his quib[us] haec doctrina venit. Re[quire] / ductam Sosam sine Salicorniam et eam in frustra / sicut p[ri]mum divide, et in arca calcina q[uo]us q[uam] / debent alba. cu[m] [una] alba fuerint triculizata / et p[er] cedaci[u]m triculiza et cu[m] aqua clara co[m]uni / misce et fac panes, in arta ut sup[er]i[us] decoque / quous[que] deveniant albi, frigidatos q[uam] iter[um] Trictu-/liza et triculiza et ferna. Re[quire] giges clari-/

Fol. 76 r.;

ores quos invenire possis, et un furno calcina, / et in aqua clara co[m]muni[o] extingue et lava, et / dessicatos tricturiza, trituliza et ferna. Re[quire] partes / duas dictoru[m] guigium, et tres sup[ra]dictae sossae p[re]pa-/ratae sine salicorniam et aqua[m] co[m]muni simul misce et fac panes et decoque et funde ut supra. Et post[quam] fuerit sic affinatum p[ro]ice de dicta ma-/gnesia et debent tibi massa [quae] apud vulgariter / christallina nomina[ur] apta et o[mn]en ali[um] [(c)o]-/lorem recipere. // Tertia vero q[ue] physica dicit[ur] ita fit. Re[quire] prae/dictam sosam ut sup[er]ius calcinata[m], et in aqua co[m]muni / ad ignem solue cum u[no] solute fuerit dimitte / residere, et aquam claram valde salsam quae sup[er]ius / feces enatat clare collige, et ad ignem in cal-/dareo estagnato co[n]gella, semp[er] sal quod in feri[us] / co[n]gelabitur cu[m] cocleare aeneo cum mult[us] for a-/minibus colige, et ad p[ar]tem ferma. Et cu[m] aqua / deffecerit de p[ro]ducta aqua adde quous [quam] / tota co[n]gellet[ur] deorsum. feces [uno] q[uae] rema[n] seru[n]t / in solutione si multae fuerint ite[rum] calcina / et sole quo[us] q[ue] totum solva[ur]. co[n]gela ut super[ius]. / Et sal quod co[n]gelato[m] fuerit, in panib[us], ad le[n]tu[m] ignem dessica sicut est in furno panis quod in nocte remanet calidu[m] p[ro]pt[er] calore[m] diei. / tricturiza et

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	492/807



triculiza et ferma. Guiges vero ut / sup [erius] calcinatos ite[rum] in ollis cancina et tricturi-/za et triculiza. Quo[rum] optime sic p[re]parato[rum]. Re[quire]/

Fol. 76 v.;

Parte[m] una[m] salis u[no] pr[e]dicti qui Alkalu nominat[ur] / parte[m] aliam. et simul misce aqua co[m]mun[i] clara, et / fac panes et decoque et funde et affina ut super[ius] / cu[m] magnesia de vitro co[m]mun[i] et cristallino dictum[m] est. / et invenies massam clariorem Cristallinam, / quam physical nominator apta o[mn]em colore[m] recipere. / Circa uno massam Smalto[rum] dicim[us] q[uae] etiam est / (sim)plici differe[n]tia. quar[um] est co[m]munis et in-/firma et haec dicit[ur] apud vulgares massa [p[re]di]c[t]a vitri. Na[m] cu[m] p[re]di]c[t]a christallina p[re]para-/tione vulgarit[er] noscitur putat[ur] esse massa[m] / vera [m] smaltor[um] et dicunt q[uod] op[p]ortet magi semi-/tere de tinctoris ad faciendu[m] smaltu[m] sup[ra]di]c[t]am / massam q[uam] ad faci[n]du[m] vitrum et sic eam faciu[n]t / smaltum co[m]muniter. Secu[n]da u[no] est quam aliqui ma-/gis speculantes dicu[n]t esse q[uae] accipiat[ur] dicta / massa physica. et p[er]iciatur ad dece[m] lib[ra]s, ipsius / una[m] lib[ra]m. Saturni, qua[n]do oanes sunt antequa[m] / fundan[ur], et hoc fit apud Venetiam. Et postmo-/du[m] cu[m] di]c[t]a massa fuerit affinata p[ro]ficiu[n]t / tincturam ad voluntatem secu[n]du[m] q[uae] volunt eam / clara[m] magis vel min[us]. Tertia massa phis[ica] quide[m] / nec ha[n]c nec illa[m] massam smaltor[um] scrib[un]t (?), affirma[n]t / uno ea[m] esse q[uae] accipiat[ur] calx Saturni uno plu[m]bi, al-/bata p[er] calcinationem quousq[ue] appareat crocea, j et optime tricturata et triculizata, ad medietate sui salis Alkali praedicti, et partem /

Fol.76r.:

Una[m] guigi[um] praedicto[rum], taliter quae ad partes qua-/tuor dicte calcis Saturni, sint duaw Salis et una / de guigib[us]. Et qua[r]to min[us] de his guigib[us] [proice] / Et veris melius erit na[m] convenientius et cu[m] / metallo, et magis lisum fit smaltu[m] et meliore[m] / et clariore[m] dictum Colorem. Postea [restat] dictos pul-/eres, per me[n]suras sup[ra]dictas, et fac pan(es) / aqua co[m]muni clare et decoque ad minore[m] / igne[m] qua[m] coquuntur panes sup[er]iores vitrioru[m]. / Q[ua]m si multum igne[m] dabis [fu]ndentur in archa, / anae[qu]am pricias illos in ollis ver mortariis,/et cabe ab isto errore cane[n]do a magno igne / na[m] ego p[ro]p[ri]a vice

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	493/807



cum op[er]at[us] su[m] in ip[s]o Cadidi./Post modu[m] cum sin[t] decocti et infrigidati,  
fu[n]de /eos in mortariis sive ollis, et dimite sic affi-/nari p[er] XXIII horas,  
semove[n]do semp[er] spuma / up sup[er]i[us] enarravi. Et cu[m] affinata deve-/niet  
material, p[ro]ide color[m] que[m] volueris, ut / hic inferi[us] enarrabim[us]. At  
tame[n] convenit / consequen[ter] ante[quam] de tincturis loquamur, / de smalto albo  
primu[m] loqui, eo quod de / sup[ra] dictis partis p[er]fecto modo fieri no[n] potest, /  
nam necesse est e[n]i[m] pasta p[ro]pria./

Fol. 77v.:

Co[m]munit[er] enim et vulgariter dicu[n]t sic ferri / ut accipiat[ur] tantu[n]dem  
Saturni et ta[n]tu[m]de[m] lovis / et simul calcine[n]tur, et de illa calce p[ro]iciat[ur]  
[tu]tt[o] 1 / sup[ra] dece[n]s [horas]. Pastae sup[ra] christallinae dictae, et cu[m] ferro  
/ curvo bene misceatur, et dimittat[ur] affinari, et cu[m] lisu[m] fuerit op[er]at[ur] de  
illo ad libitum // Misor [uno] magis p[er]fecte sicut venetiis et in aliis p[ar]tib[us] /  
(illegible) p[er]fectior modo. Accipiu[n]t enim calce[m] uni[us] p[ar]tis / Saturni et  
triu[m] lovis, quib[us] bene calcinat[us], trituru[n]t / et triculizant dictas calces et  
cum[m] ta[n]tu[m]dem pulveris de / guigib[us] bene calcinat[is] et opti[m]e dealbat[is]  
et decoct[is] / in ollis ut sup[er]ius dictum est bene miscent, [c]um ta[n]tu[m]dem /  
partis alkali, et aqua clara co[m]muni, et faciu[n]t panes / et decoquu[n]t in archa  
sive furno tra[n]spiso. Et quo[n]iam / decocti sunt et bene albi fundu[n]t eos in  
mortariis / spuma[m] colligendo, quod desalari sive degrassari dicit[ur]./ Et post  
modu[m] ad 100 lib[ras] ip[s]i[us], ponu[n]t peso 1 ma magnesiae / p[re]dictae q[ua]e  
tincta nominat[ur], et cu[m] ferro curvo / miscent, et dimittu[n]t quousq[ue] redeat  
color, et lisu[m] / deveniat, et tu[n]c in panib[us] extrahu[n]t qui sigillat  
ve[n]du[n]t[ur].//

Phylosophie u[n]o et p[er]fectissimo modo sic fit./ Accipe p[ar]tem unam  
purissimo lovis optime cal / cinati tructi et triculizati, et in ollis iter[um] calcinet[ur], /  
et post modu[m] trituretur et triculizetur. Et calcis /guigium ut in physica  
p[re]paratione dictum fuit,/

Fol. 78r.:

quod et[iam] in ollis ite[rum] calcinet[ur] et trituretur / et triculize[ur].  
Accipiat[ur] decimal pars ip[s]i[us] cal-/cis sup[ra] dicti. Et accipiat[ur] tantu[m]de[m]

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	494/807



sicut ca(l)-/cis sup[ra]dictae sunt Salis alkali, et aqua clarissima / com[m]uni pastentur et fiant panes, et decoqua[n]-/tur ut mos est, quib[us] decoctis in re mu[n]dis-/sima triturent[ur] et triculize[n]tur et cu (illegible) / co[mm]u[ni] pasten-t[ur] et cecoqua[n]tur, na[m] haec po (illegible) / pastacio et decoction causat maxima[m] dulcedi-/ne[m] in Smalto; qua[n]to [quantoque] magis pastaveris et / decoqueris tanto magis lisu[m] et dulce deveniet / smaltu[m]. na[m] qua[n]tu[m] p[re]parationis deerit, ta[n]tu[m] ex-/pectet[ur] diminutionis in effectum. Post modu[m] u[n]o / cu[m] panes eru[n]t decocti, atq[ue] postrema vice eru[n]t / albissimi sicut nix, proice ipsos in mortariis ad fu[n]da[n]du[m] in furno magne ignicionis et cu[m] sal / generabitur, cu[m] colceari ferreo spumentur ac / desalatur. Et cu[m] desalatu[m] fuerit, proice ad 100 libras / peso 1 magnesia simpliciter praeparatae [sed] bis vel ter / extintae in aceto et optime trituratae et tricu-/lizatae. Et cu[m] lisu[m] devenerit tinta, elsmaltu[m], fiant / panes ut mos est, et sigillentur. Et habebis / meli[us] smalt-orum albu[m] qua[m] fieri potest / in mu[n]do

Fol. 78v.:

Et si have dictae sup[er]iores pastae om[n]es, aliquae ip[s]ar[um] / rema[n]serit durae vel molles nimis, ita ut no[n] / (re)ctam fusion[m] sicut decet present, ut errorem / scias corrigere hoc attende. Scias n[on] quae causa fu-/sionis est sal alkali sine sosa in quo ip[s]e asco[n] dictus / (illegible) Et ideo causa formalis dici potest eo[dem] / (manet) facit. Et ideo dessicant nam siccae sunt. / (illegible) (m)ateria tua fuerit sicca et dura et no[n] / (fusi)bilis p[ro]iice plus de sale sine sosa eo[dem] quia / fundere (possit) Si no[n] fuerit multu[m] fusibilis p[ro]iice / magis de guigib[us] vel arena sine calce metallor[um] / quae sicca sunt et corripiu[n]t fusion[m]. Et ideo in-/Durant vitru[m] et causa materialis dicu[n]tur. Ha[n]c / aute[m] impastatione[m] ante fusione[m] feri oportet, / nam post fusion[m] male potes corrigere errorem / Sin post fusione[m] co[n]tingerit et vitru[m] fuerit val-/de durum oportet p[ro]icere de alia pasta quae fit val-/de mollis. Si no[n] fuerit mole, ecomp[re]so. Et ideo / quia in ponderib[us] observa[n]dis circa recta[m] fusio / ne[m] no[n] potest dari vera me[n]sura p[ro]p[ter]ter saliu[m] / differe[n]tiam et fortitudinem, et materialium p[re]p[ar]acio/nes, et igniciones furni. Ideo semp[er] primu[m] antea-/quam fiat impastatio maioris quantitates, fiat quaeda[m] / ensayatio ut [detur] in parva

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	495/807





qua[n]titate in scutellis / ut virtus et efficatia materiar[um] et ignition furni /  
cognoscatur. ut postea in material maiori/ deveniat recta fusio et liquefactio.

Carta abreviada del Señor Cristóforo de Soto Mayor a su amantísimo amigo Juan de Alcalá, tratando sobre la fabricación del vidrio, según las normas antiguas, transcribiéndolas resumidamente. Me pediste que te condensara lo que sobre el arte de los vidrieros se hallaba disperso en el libro escrito en vulgar. Mi amor por ti me encadenó a transcribirte en esta carta este substancial y brevísimo tratado. He rogado, finalmente, al Obispo de Córdoba y sobre unos libros de arte vitraria he redactado esto, que trata, fundamentalmente, sobre tres cosas:

1. Evidentemente, sobre la masa vítrea
2. Sobre la masa de esmalte
3. sobre los colores que a ambas masas se adhieren

Sobre lo primero, te diré que la masa vítrea existe en tres diferentes formas, aunque comúnmente nos refiramos a una, que llamamos inferior. Segundo, que a la que llamamos “cristalina”, la calificamos de mediocre y, tercero, que la última verdad es la física y ésta, siempre, es la recomendable.

La primera masa se hace de este modo: a) requiere sosa sin sal de cuerno<sup>3</sup>, la conocida como Barrilla entre los vidrieros, procedente del reino vegetal. De ésta, 3 partes. b) Arena sin guijarros, bien triturada; una parte dividida en partes iguales mezclada con agua común. Amasa y haz panes y cuécelos en el horno y, una vez cocidos, enfríalos en el horno en un mortero, pues la olla se funde, y déjalos reposar, al menos, una noche o por 24 horas, que es mejor afinar, removiendo siempre la espuma flotante con una cuchara de hierro. Tal nata, los vulgares la conocen por Sal Anatro. Sabrás cuándo está lista y dúctil cuando en el mango de la cuchara de hierro se adhiera y permanezca lisa: entonces, añade por cada 100 libras, más o menos una onza de magnesio [sic], que los vidrieros llaman *Tincta spiritorum*. Mézclalo bien y de inmediato, verás colores violáceos, teniendo que reducirlo hasta que el color se pose

<sup>3</sup> “Sali cornia” en el original en latín. Más que “sal de cuerno” debe traducirse por “salicornia”, cuyas cenizas sabemos se empleaban para hacer vidrio. La receta, por tanto, debe exigir el uso de un tipo superior de cenizas, quizás con menos impurezas.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	496/807



en el fondo. Tendrás entonces la masa de vidrio común blanca, apta para recibir colores.

La segunda masa, llamada cristalina, se mezcla del modo siguiente: a) ha de ser untada con sosa sin sal de cuerno<sup>4</sup> y, como antes, divídela y caliéntala en el horno hasta que blanquee. Cuando esté blanqueada, muélela y, por turbación, tamízala y, con agua clara común, mezcla y haz panes y cuécelos en el horno como arriba quedó dicho hasta que blanqueen. Enfríalos como antes, tamiza, cuela y ciérralo. b) requerirás los guijarros blancos que puedas encontrar, calcínalos en el horno y enfríalos y lávalos en agua común. Ya secos, tamiza, cuela y guarda. c) tomarás dos partes de dichos guijarros y tres de la dicha sosa preparada sin sal de cuerno<sup>5</sup>, y agua común, mezclándolo todo simultáneamente; haz panes, cuece y funde como arriba indicado. El residuo de tal operación, lo afinarás vertiendo de la dicha sosa, convirtiéndosete en una masa que según los vulgares se llama cristalina, apta para recibir los colores.

La tercera realidad, que llamamos física, se hace así: a) requerirás de la dicha sosa calcinada disuelta en agua común al fuego. Cuando esté saturada, aparta el poso y (¿mézclalo?) con mucha agua clara. La salsa superior, como anteriormente, guárdala en clara mezcla, apartándola del fuego en un caldero de estaño, dejándola enfriar. La sal que se condense debajo, sepárala con una cuchara bronceada de muchos agujeritos y guárdala aparte deshaciéndola con agua. Añade una (¿parte?) cuando esté posado, igualmente calcinado, y remueve todo hasta que se disuelva. Enfría como arriba indicado. Y la sal, cuando esté enfriada, en panes, sécala en fuego lento, por ejemplo, en un horno de pan que guarda por la noche permanece cálido por el calor del día. Tamiza, cuela y guarda. En cuanto a los guijarros calcinados, igualmente, en una olla, caliéntalos, tamiza y cuela, puesto que la mejor preparación requiere una parte de la sal predicha, y otra de la llamada alkali. Igualmente, mézclalo con agua común clara, haz panes y cuece y funde y afina como arriba indicado, con lo que el magnesio [sic] de vidrio común cristalino se convertirá en una masa clara llamada física, apta para recibir todos los colores.

<sup>4</sup> Ver nota 2.

<sup>5</sup> Ver nota 2.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	497/807



Sobre la primera masa de esmalte decimos que tiene la simple diferencia, porque es vulgar y baja, y la llamamos, según los vulgares, masa de vidrio. Pero cuando la dicha baja preparación cristalina es limpia, nos sirve como verdadera masa de esmalte y conviene más tintonarla en este estado que al hacer vidrio o que al hacer esmalte común.

Segundo, es que otros, más especulativos, afirman que tomando la dicha masa física y precipitando en 10 libras de ella una libra de Saturno, en el momento en que los panes están a punto de fundirse, obtendremos el producto llamado Veneciano. Tras lo descrito, la masa puede afinarse arrojando tintura a voluntad, según queremos que quede más o menos clara.

Tercero, afirman que tomando masa física no esmaltoide, precipitándole cal Saturni y plomo claro, por calcinación hasta que aparezca amarillo dorado, bien tamizado y colado, añadiendo la sal Alkali y los guijarros ya citados, tamizándolo, haz cuatro partes de sal de Saturno, dos de sales y otra de guijarros. Quita un cuarto de guijarros. Verás que el resultado es mejor con el metal, quedando el esmalte más liso, y mejores y más claros dichos colores. Después, mezcla dichos polvos en las medidas ya dichas y haz peces en agua común clara y cuécelo a fuego lento, como cociste los panes de vidrio, pues si dieras mucho fuego, fundirían en el horno y si esto te pasara, mételos en la olla con mortero y combate este error cociéndole a gran fuego, pues yo, propiamente, así he operado cuanto están en ese cadidi [¿?]. Y tras este modo de cocerlos y enfriarlos, fúndelos con mortero, sin olla, y para más afinar, déjalos reposar por 24 horas removiendo siempre la espuma como arriba indicado. Cuando la materia esté bien fina, añade los colores que quieras, como abajo mostramos. Sin embargo, antes de hablar de tintura, conviene hablar primero del esmalte blanco, sobre cuyo modo perfecto de factura ya nos hemos explanado, pues necesitas que esta sea la pasta propia que comúnmente y vulgarmente decimos se hace añadiendo tanto de Saturno como de Juno, y calcinándolos por igual, reposando este calcio resultante por unas 10 horas. Mezclado en la pasta cristalina ya dicha, removiendo con un hierro curvo, afinándolo y reduciéndolo, cuando más liso esté a tu voluntad, obtendrás una masa más perfecta que la Veneciana, y toda ella concluida de modo perfecto. Añade una parte de calcio, una de Saturno y tres de Juno, bien tostadas, trituradas,

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	498/807



tamizadas, coladas y mézclalas con polvo de guijarros bien calcinados y claros y cuécelo todo en una olla como se ha dicho arriba, bien mezclado con tanta alkali y agua común, haciendo panes y cociéndolo todo en el centro del horno. Cuando estén cocidos y claros, fúndelos en el mortero recogiendo la espuma, diciendo así que está salado y desgrasado. Tras esta operación añade, cada 100 libras, 1 peso de magnesio, que conocemos como tinta (o tintura), y con un hierro curvo mézclalo y redúcelo hasta que el color baje y se expanda; entonces, extrae los panes que son vendidos como siqilata.

Así se hace el más perfecto y filosófico modo de fabricación: añade una parte de purísimo Juno óptimamente calcinado, machacado y tamizado y, en una olla, calcina. Tras esto, tritura y tamiza. Y del calcio de guijarros del que se habló en la preparación física del vidrio, tritúralo, tamízalo y añade una décima parte del dicho calcio. La mezcla se convertirá así en sal alkali y con agua común empasta y haz panes y cuécelos. Una vez cocidos de forma limpiísima, tritura y tamiza y con [ilegible] común, empasta y cuece, pues con [ilegible] empastación y cocción se crea la máxima dulzura en el esmalte. Cuanta más preparación prepares, más reducción en la materia resultante debes esperar. Tras esta primera parte, cuando los panes estén cocidos y claros como nieve, queda la última parte, fundiéndolos en el mortero, en el horno, a gran fuego, desprendiendo sales, recogiendo estas con una cuchara de hierro para desalarlo. Cuando esté desalado, añade cada 100 libras de peso una (libra) de magnesio tintándolo simplemente con dos o tres (partes) de aceto, bien triturado y tamizado. Y cuando esté liso, haz panes moldeándolos, y tendrás el mejor esmalte albo que persona hiciera en el mundo.

Y si en tal pasta algunos fragmentos no se disuelven, aprende que has de tener presente la buena fusión y que los errores se corrigen con paciencia. Aprende que la causa de la fusión no es la sal alkali, sino la sosa, que a esta se asocia llamándola (ilegible). Aprende que seco no es desecado. (Aprende) que si tu materia fuera seca y dura y no fusionable, añadiendo más sal sin sosa podrás fundirla. Si no fuera posible, añade más guijarros o arena sin calcio metálico, que es seco y corrompe la fusión. Aprende que la causa material de la dureza del vidrio, decimos se produce por empastación antes de la fusión, pero mal podrás corregir los errores tras la fusión. Si

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	499/807




tras la fusión sucediera que el vidrio fuera muy duro, conviene añadir, con medida, de otra pasta más blanda que la reblandezca. Si no, se reblandecerá y comprimirá.

Aprende que si no ponderas tu observación de la recta fusión, puedes no dar la verdadera medida a las sales, diferente y azarosa, a los materiales de la preparación y a la ignición del horno. Aprende que antes de lanzarse a la fabricación de mucho material, debes ensayar en pequeña cantidad, en escudillas, para aprender a conocer las virtudes de los materiales y la ignición del horno. Tras tal conocimiento, con más materia, alcanzarás la recta fusión y la liquefacción<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> Esta es transcripción literal y la traducción encontrada en los archivos de David Whitehouse, si bien se han corregido algunos errores ortográficos y gramaticales. David Whitehouse Curatorial Files (Unprocessed). RG. 13 505. The Rakow Research Library. The Corning Museum of Glass. Corning. New York.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	500/807



*Manuscrito H-490 de l'Ecole de Medicine (Montpellier) (atribuida a Juan de Celaya).*

[31] Para fazer vidriado. Toma 3 partes de genolí e vna de piedra guija blanca e muélelo todo bien. E desque bien molido ponlo en vna olla bien tapada e lodada e ponla en el forno de los olleros que le dé bien el fuego. E quando sacaren las sus ollas saca la tuya e fallarás vidrio valenciano.


[32] Del vidrio. Toma sangre de macho cabrío con vinagre y con jugo *senatoris* y mézclalo con vidrio, hierva y tendrás vidrio blando. Y los vasos así hechos pueden ser lanzados contra la pared, que de ningún modo se romperán.

[33] Otra según Alberto Magno y es casi idéntica. Toma sangre de macho cabrío con vinagre templado y con vidrio, y hervido se transformará en vidrio blando como pasta metálica, y pueden caerse al suelo o ser arrojados contra la pared o golpearse y no se romperán.

[34] Para fazer vidrio verde toma vinagre e echa dentro cardenillo e vn poco de alumbre e vn poco de sal armoniaco poluorizado e echado dentro el vidrio faze que sea bien verde<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> Córdoba de la Llave, R. 2005. "Un recetario técnico castellano del siglo XV: el manuscrito H490 de la Facultad de Medicina de Montpellier". *En la España Medieval* 28: 7-48.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	501/807




*Itinerarium hispanicum. Hieronymi Monetariorum.*

Eodem die Murciam exeuntes per 6 leucas et terram planam plenam sparto et herba kali, quod sosam vulgo dicunt, ad lugardam, id est villam parvam, venimus fortassis 30 casis habitatam. Habet autem in monte castellum mirandum Alhama dictum. Invenimus autem ini thermas de aqua clara calida, in quas nos lavabamur, que confert ydropicis, colicis et aliis infirmitatibus. Invenimus etiam ibi officinam vitrariam preclaram. Et primo recipiunt duas partes cinerum herbe kali, quam vocant zozam, et unam partem arene albissime subtiliter trite, et sub molari magno moliunt. Et tandem pastam magnam ut panes magni conficiunt et inferno coquunt. Et fit massa sallita ut cinis clavulaticus apud nos waidasch dictus. Hanc massam in furno dissolvunt et varia genera vitri cuiuscumque coloris conficiunt, cristallinum et alia, et ad varias regiones mittunt. Ostendebat mihi patronus Omnia dulce prebebant spectaculum. Nascitur autem hec herba in tanta copia, sicut gramina in Almania. Et habet fustem altam ut genestra et fructum simile fructui et flori nucis avelane mollen et viridem. Et ad varia loca preparatam hanc massam mittunt. Si vis habere vitrum album, ut cristallum, oportet plus addere de arena alba subtili, quod subtilius est arena, que Nuremberge mittitur in horologia. Melior autem zozam nascitur in Kathelonia et Valencia. Ex qua pulcerrima vitra conficiunt<sup>8</sup>.

El mismo día 14 salimos de Murcia y a distancia de seis leguas de camino, por una tierra llana, donde crecen el esparto y la hierba llamada sosa, llegamos a un lugarejo de unas treinta casas, nombrado Alhama, que tiene un castillo en lo alto de un monte; unas termas de agua clara (en las que nos bañamos), que curan la hidropesía, el cólico y otras enfermedades, y una buena fábrica de vidrio, el cual hacen de esta manera: mezclan dos partes de ceniza de sosa con una de arena muy blanca, finamente pulverizada; muelen esta mezcla con una enorme piedra como de molino; amasan después con el polvo molido unas tortas a modo de grandes panes y las meten en un horno ; fórmase entonces una sustancia parecida al *cinis clavulaticus* o potasa

<sup>8</sup> Pfandl, L. 1920. "Itinerarium Hispanicum. Hieronymi Monetariorum. 1494-1495" *Revue Hispanique* 48: 34-35.


Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	502/807



(que nosotros llamamos *waidasch*), con la que fabrican varias clases de vidrios, así blancos como de colores, que luego exportan a distintos países. El dueño me enseñó sus talleres con mucho detenimiento, haciéndome pasar un divertido rato. La hierba sosa nace por allí en tanta copia como la grama en Alemania; su tallo es de la altura del tallo del esparto; su fruto, blando y la flor verde como la del avellano. La masa preparada expórtase también a diversos sitios. Para obtener vidrio claro como el cristal es preciso poner mayor cantidad de arena, que aquí es más fina que la que emplean en Nuremberg para hacer los relojes. La sosa es mejor, sin embargo, en Cataluña y en Valencia, donde hacen con ella hermosísimos vidrios<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> Traducción publicada en: Puyol, J. 1924. "Jerónimo Münzer. Viaje por España y Portugal en los años 1494 y 1495. Conclusión". *Boletín de la Real Academia de la Historia* 84: 197-279.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	503/807





*Biblioteca del Palacio Real, ms. II/1393(6) (siglo XV).*

Para tennir cristal de color de rubí (fol. 9v).

Toma dos partes de sangre de drago fina y una parte de almás(tiga) apurada y muélelo todo muy bien en un cendal y revuélvelo con un palo, y caliéntalo al fuego hasta que pase por el cendal, después calienta las piedras y ponlas ay hasta que tomen la calor, y ajunta las piedras y pegarse an, y quedarán coloradas, y ansí harás zafir. Toma azul, darle muy fino y muy molido, y másalo con su mitad de almástiga apurada y podrás obrar como arriba. Que es muy probado et verum.

*Historia natural de Catalunya. Pere Gil.*

Lo vidre y lo us dell entre los homens es molt antich y de mols milanars de anys a esta part. Perque de vidre y de coses de vidre se fa mentio en la Sta. Escripura, particularmente en Job C. 28 lo qual se se per opinio mes probable que visque en temps de Moyses. Tambien se fa mentio del vidre en lo libre dels Proveris cap. 23 y en la Apocalipsi cap. 21 y de coses de vidre se fa mencio en lo mateix Apocalipsi cap. 4 y cap. 15 y aixi com lo mon es anat creixente en anys y segles, aixi lo artifici de fer y fabricar lo vidra se es anai mes apurare y perfeccionare y encara que lo vidre que vuy se fa en Venecia sia tingut per excellent, pero no en many, ambe en moltes coses mes excellent lo que fa en Barcelona y altres parte de Catalunya. Per a inteligencia de la qual cosa se ha de notar que y ha tres manera de vidre. Un vidre grosser y comu y molt barato lo qual se fa de una herba nomenada çosa, la qual se cull en Cathalunya en Tortosa y tambe en lo pla de Llobrega y esta herba naturalmente es salinosa y primeramente se crema en clos de terra y cernadas de las cendras della se condensan pans lo quintas del qual va a 3 ll.. por mes y munco : y estos pans se mesclan ab certa cantidad en la pedra nomenada Albi o pedra albanesa la qual es blanca y mes fort que la marbre, y esta pedra con la herba çosa y mesclada aquella massa ab la proportio deguda, se posa en lo forn de reberneracion, qual es lo forn del vidre, y fusa y encesa dea massa, ab los inclumenes com a trompetas trauen los bedriers de dita masa, y bufar y amollar la masa fan los vasos que volene y qauest vidre es grosser y común com esa di.

Altre vidre y ha molt millor y mes clar. Lo qual se fa de la herba nomenada Barrella ques cull in lo regne de Valencia o de la herba nomenada Salocorn ques cull en Franca: y cremada y feta pans com esta dit de la çosa y mesclada ab la pedra milta crua nomenada Albó o albanesa com esta dit, pero ajuntará una pedra nomenada Sanguinea molta crua (encara que milta cuita es millor y no ambou) y desa pedra se posa molt poca cantitat, un punt que dicen della y serveic per aclarar lo vidre porque no isca verdos: y posada esta pasta mesclada en lo forn pedit se fa un vidre molt bo y molt clar: y del qual se pot servir qualsevol persona.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	505/807



Foli. 36r.:

Tercer vidre excelentissim se fa de tarta que es lo solatge y posit que fa lo vi en les botes; lo qual cremat y fet cendra, y mesclada dita sendra ab la pedra Albo molta o ab cretall cru molt: y posada dira massa mesclada en dit forn, y posari y juntiment ab ella un cert punt o poca cantitat de la pedra molta nomenada pedra de color, o pedra sanguínea, la qual se aporta de Genova: se fa un vidre cristalli clarissim purissim y perfectissim. Asso es en breu la diferencia del vidro que obran en los forn del vidr; y dels quals se usa en vasos.

Si volan los vidriers fer vidre de diferentes colors aplian differentes materials sobre la preddita massa: y fan vidres de differentes colors. Per a fer vidre blanc possan estany y plom molts fet calcina en polc. Un punt de secret de naturalesa he advertit aquí que lo plom ... [laguna en el manuscrito] picats juntaments y polvorissats creixen en pes: co es que si abans de picar pesavan juntament une lliura depres de picar pesavan una lliura y 2 unsas y aixis ab proporcio crecient lo pes: y nos pot donar del tot clara raho de hont prossesca aquest secret.

Per a fer vidre blau posan çafra

Per a fer vidre groc posan ... [laguna en el manuscrito]

Per a fer vidre negre posan color que es cosa com toca negra.

Per a fer vidre vermell posan llimaduras de aram des caldares.

A mes de asso fan vidres gelats y de altres diferentes maneras. Los vasos cristallins fets y acabats los pintan de color vert, y de or y altres colors y los tornan al forn en cert temple: y resta aquell color tan apegat que nunca o molt a tart se pot a apartar.

Per a fer imatges, annels, manillas, cadenas, ascorcas joyels, herbes, arbres y altres mil cosas pintadas ab differentes colors de vidre fan en los forns del vidre un fils prims y dres de vidre finissim cristalli; o vidre blanc, vert, vermell, negre, groc, blau, etc. y a la llum de oli de creson bufant ab un instrument de vidre lo cap del qual dalt ahont se posa en la boca per a bufar es com lo dit menonell: y es perlongat y corvar ab recols: y baix en mitg es a modo de una olleta; y lo cap que toca en la llum es estret com una ploma prima de oca; y al cap de tot y ha una guarnicio la qual arriba y esta

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	506/807



dins la flamma de la llum al costat per guardar lo vidre que nos creme ni gaste y prenent de aquls differentes fils de vidre y fufant ajuntant los ab deguda proporcio y quantitat y colors que volen fan totes les coses predites trancant lo vidre ab pedranyera blanca nautral soldantlo y doblegantlo y ajustanlo y pastantlo y feent ne dell tot lo que volen.

Jo he vist fer lo vidre moltes voltes a la llum y he advertida una primer de naturalesa que bufant lo vidrier per dit instrument y pegant lo buf per costat dins la flamma yx la flamma llarga per lo costat contrari envers la ma esquerra del vidrier; y aminvas la flamma que abans anaba per amunt per a llevar los vidres per medi de aquella flamma y es molt mes calenta aquella flamma en intencio de molts graus sent la mateixa ab la que ba per amunt que no es la que ba per amunt, tant que jo he vist dins espay de mitja ave maría encendrer una punta de clau gros y la altre no la aguera encesa per espay de un credo.

No sce a que atribuir esta major intencio de calor sino a la humiditat del bufar y al moviment de la flamma prater naturam, per raho de les quals coses per ventura es major la intencio del calor.

Esta varietat que es dita y descrita de vidre se fa en tanta finor y perfecci'en Barcelona, quanta sia en part alguna del univers mons. Perque primerament lo vidre que fa en lo forn, de finor de vidre y invencions de tasas, brocas, fonts, jarros, etc. tot por mes desitjar. Lo vidre ques diura pinta y fa en la llum admira. Joyells y anells se fan que apar no son differentes de joyells de or ab diamants, rubís, esmeraldas, turquesas, cadenas de vidre, colorat, dorat, etc. que no pareyscen differentes del to crestall coral y altres coses precioses. Las imatges dde Cristos, de Sants amb tots la scultura y colors vius admira, papagalls, altres ossells, grills, llangostas, serpents, llagardayxos, moscas, formigas, se fan en tanta perfectio que sobrepujan lo enteniment. Tarongers, paners y plats ab fruita, orts ab arbres; gabies ab perdius, papagalls y ossells: y tanta infinitat de cosa artificiosa y ab tanta primor que nos por mes encarir, y aixi es Cathaluña alabada y preciada per lo vidre, - y de aquest vidre se carregan cayxas per a Castella, India, Franca, Italia y altres parts – y lo vidre y lo cristal es molt bo per ulleras y no es tan brevol com lo de Italia – alia multa – ordines debent hoc omnia disponi<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> Guidols, J. 1936. *Els vidres catalans*. Barcelona. Alpha: 154-57.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	507/807



El vidrio ha existido entre los hombres desde hace mucho tiempo, ya que existe desde hace milenios. Porque el vidrio y los objetos de vidrios se mencionan ya en las Santas Escrituras, en concreto en Job cap. 28, lo que parece indicar que ya existía en los tiempos de Moisés. También se menciona el vidrio en el libro de los Proverbios 23 y en Apocalipsis cap. 21, mientras que objetos de vidrio aparecen también mencionados en Apocalipsis 4 y cap. 15, y así como lo nombro su presencia ha ido creciendo, al igual que su calidad y pureza, hasta el vidrio que hoy se fabrica en Venecia, que se tiene por excelente, pero hay pocas cosas más excelentes que los vidrios que se fabrican en Barcelona y otras regiones de Cataluña. Para conocer bien esta cosa ha de hacerse saber que hay tres tipos de vidrio. Un vidrio basto, común y muy barato, que se hace a partir de una hierba llamada sosa, la cual crece en Cataluña en Tortosa y también en la llanura del Llobregat, y esta es una hierba naturalmente salina, y primero se quema enterrada en tierra y se incinera, y de estas cenizas se hacen panes, y estos panes se mezclan en ciertas cantidades con la piedra llamada albi o albanesa, que es blanca y más dura que el mármol, y esta piedra mezclada con la hierba sosa en las cantidades debidas se sitúa en un horno de reverberación, es decir el horno de vidrio, y se funde la masa, que es la masa que los vidrieros soplan con sus cañas, almoldándola y soplándola para hacer los vasos de este vidrio que es basto y común como ya se ha dicho.

Otro tipo de vidrio, que es mucho mejor y más claro, se hace con la hierba llamada barrilla, que crece en el Reino de Valencia, o la hierba llamada salicornia, que crece en Francia: y es quemada y hecha panes como se hace con la sosa, y mezclada con la piedra llamada alba o albanesa como se dice, pero también se añadirá una piedra llamada sanguínea, cruda, y de esa piedra hay que echar poca cantidad, al punto que dicen, y servirá para aclarar el vidrio para que no salga verdoso: y puesta en el horno del que ya se ha hablado saldrá muy claro, y de este vidrio puede servirse cualquier persona.

Foli. 36r.:

El tercer vidrio excelentísimo se hace con los restos y posos de las barricas de vino; esta ha de ser quemada e incinerada, y mezclada con la piedra alba

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	508/807



obtendremos un vidrio muy cristalino. Y mezclada dicha masa en el dicho horno, y conjuntamente con ella una pequeña cantidad de la piedra de color o sanguínea, la cual proviene de Génova, se obtiene un vidrio clarísimo, purísimo y perfectísimo. Y esta es la diferencia entre los vidrios que se produce en los hornos de vidrio, y que sirve para hacer vasos.

Los vidrieros, para producir vidrios de diferentes colores añaden a la masa distintos materiales. Para el vidrio blanco, emplean estaño y polvo de plomo. Es preciso en este punto hacer un apunte de la naturaleza [laguna en el manuscrito] molido gana en peso; si antes de molerlo, el plomo pesa una libra, tras molerlo su peso será de una libra y dos onzas, y no estoy seguro de la razón de esto.

Para el vidrio azul usan azufre

Para el vidrio amarillo usan [laguna en el manuscrito]

Para el vidrio negro emplean una piedra negra.

Además de esto, hace vidrio helado [¿translúcido?] y de otros tipos. Los recipientes se pintan de verde, oro, y otros colores, y después se vuelven a meter en el horno para su recocido, y el color queda tan firmemente asido que nunca se borra, o tarda mucho.

De los hornos salen imágenes, anillos, pulseras, cadenas, joyas, plantas y otras cosas pintadas en muchos colores, ya sea en vidrio claro y cristallino o en vidrio blanco, verde, rojo, negro, amarillo, azul, y en la llama del crisol soplan el vidrio con un instrumento, uno de cuyos extremos es largo y curvado; y en el centro existe una pequeña cazoleta; y el extremo que se introduce en el horno es estrecho, como la pluma de un ganso; y al final del todo un crisol para que el vidrio no se queme en el fuego, y tomando hilos de vidrio de diferentes colores se unen en la proporción justa para hacer todo tipo de cosas, plegando, ajustando, haciendo todo tipo de objetos.

Yo he asistido en muchas ocasiones al trabajo frente al horno, mientras los fuelles trabajan a la izquierda del vidriero para avivar el fuego y subir la temperatura, para que el material se funda mejor, y esto se hace durante el tiempo que se tarda en rezar medio Ave Maria, manteniendo el vidrio al rojo durante la duración de un Credo.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	509/807



No sé por qué hacen esto, quizás como consecuencia de la humedad que se introduce por medio del soplado y el movimiento del fuego, que naturalmente hace que el fuego aporte más calor.

La variedad de los excelentes vidrios que estoy describiendo se producen con la máxima perfección en Barcelona, donde el vidrio es tan bueno como en cualquier otra parte del mundo. El vidrio que se pinta y se temple al fuego es digno de admiración. También se emplea en joyas y anillos, y no hay diferencia con las joyas decoradas con diamantes, rubíes, esmeraldas, turquesas; cadenas de vidrio, rojas, doradas, etc. que en nada se distinguen del coral y otros objetos preciosos. Las imágenes de Cristo, los santos, esculturas que son de admirar, loros, langostas, serpientes, hormigas, en tanta perfección que te deja sin aliento. Panes y frutas, platos, loros y una variedad tan grande que te deja atónito. Y Cataluña es justamente admirada por esto, y cajas llenas con estos vidrios son enviadas a Castilla, la India, Francia, Italia y otras partes – y el vidrio que se produce es muy apto para hacer cazuelas, al no ser tan frágil como el italiano<sup>11</sup>.


---

<sup>11</sup> Traducción propia.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	510/807



## REFERENCIAS

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03	
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica			
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS			
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	511/807	



## **Bibliografía.**

Abasolo, J. A., J. Cortés y F. J. Marcos. 2004. *Los recipientes de vidrio de las Necrópolis de La Olmeda*. Palencia: Diputación de Palencia.

Abraham, M. 2004. "Vidrio y comercio con oriente en la antigüedad tardía." En A. Fuentes (ed) *Jornadas sobre El vidrio en la España Romana*. Cuenca: 311-21.

Acién, M. 1987. "Madīnat al-Zahrā en el urbanismo musulmán". *Cuadernos de Madīnat al-Zahrā* 1: 11-26.

Acién, M. 1991. "Recientes estudios sobre arqueología Andalusí en el sur de al-Andalus." *Aragón en la Edad Media* 9: 355-70.

Acién, M. 1994. *Entre el feudalismo y el Islam: 'Umar ibn Hafsun en los historiadores, en las fuentes y en la historia*. Jaén: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Jaén.

Acién, M. 1996. "Cerámica y propaganda en época almohade". *Arqueología Medieval* 4: 183-91.

Acién, M. 2008. "Poblamiento y sociedad en al-Andalus: un mundo de ciudades, alquerías y husun." En J. I. de la Iglesia (ed) *Cristiandad e Islam en la Edad Media Hispana*. Logroño: Instituto de Estudios Riojanos: 141-67.

Acién, M., F. Castillo y R. Martínez. 1990. "Excavación de un barrio artesanal de Ba'yyāna (Pechina, Almería)". *Archéologie islamique* 1: 147-168.

Adler, M (trans). N. 1907. *The Itinerary of Benjamin of Tudela. Critical text, translation and commentary*. Nueva York: Philipp Feldheim.

Agua, F., J. F. Conde, P. Oñate, J. Sanguino, A. Dávila, M. García-Heras y M. A. Villegas. 2015. "Caracterización y estado de conservación de vidrios tardorromanos del Museo Arqueológico Regional de Madrid procedentes de las necrópolis de Cubas de la Sagra". *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio* 54: 58-68.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	512/807



- Alacet Arqueólogos. Sin fecha. *Excavación arqueológica en el antiguo Convento de los Padres Paules y Antigua Caja de Ahorros de Ávila, en Ávila capital. Informe técnico*. Informe de excavación inédito.
- Alarcão, J. 1976. *Fouilles de Conimbriga. Vol. 6 Ceramiques diverses et verres*. Paris: E. de Boccard.
- Alarcão, J. y A. Alarcão. 1965. *Vidros romanos de Conimbriga*. Coimbra: Museo Monográfico de Conimbriga.
- Alcaraz, F. M. 2008. *Memoria preliminar de la excavación arqueológica preventiva en Calle de Las Tiendas-Perea (Almería)*. Informe de excavación inédito.
- Aldsworth, F., G. Haggarty, S. Jennings y D. Whitehouse. 2002. "Medieval glassmaking at Tyre, Lebanon". *Journal of Glass Studies* 44: 49-66.
- Algazi, G. 2014. "Forget Memory: Some Critical Remakrs on Memory, Forgetting and History". En S. Scholz, G. Schwedler y K-M. Sprenger (eds) *Damnatio in Memoria: Deformation und Gegenkonstruktionen von Geschichte*. Viena, Colonia, Weimar: Böhlau: 25–34.
- Allan, J. W. 1973. "Abū'l Qāsim's Treatise on Ceramics" *Iran* 11: 111-20.
- Alonso, M. P., F. Capel, F. Valle, A. de Pablos, I. Ortega, B. Gómez and M. A. Respaldiza. 2009. "Caracterización de un vidrio rojo medieval procedente de las vidrieras del Monasterio de las Huelgas de Burgos". *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio* 48: 179-86.
- Álvarez, P. 1943. "La Crónica de Juan el Biclarense. Versión castellana y notas para su estudio". *Analecta Sacra Tarraconensia* 16: 7-44.
- Amasuno, M. V. 1985. "En torno a las Fuentes de la literatura científica del siglo XIII: presencia del Lapidario de Aristóteles en el alfonsí". *Revista Canadiense de Estudios Hispánicos* 9: 299-328.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	513/807



- Amores, F. y D. González. 2003. "V Fase de intervención arqueológica en el Mercado de la Encarnación (Sevilla). Contextos tardoantiguos". *Anuario Arqueológico de Andalucía* 2003: 197-206.
- Andrews, A. C., D. E. Eichholz, W. H. S. Jones, y H. Rackham. 1938. *Natural History*. Loeb Classical Library. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Angelini, I., G. Artioli, P. Bellintani, V. Diella, M. Gemini, A. Polla y A. Rossi. 2004. "Chemical analyses of Bronze Age glasses from Frattesina di Rovigo, northern Italy". *Journal of Archaeological Science* 31: 1175-84.
- Antonaras, A. 2008. "Glass lamps of the Roman and Early Christian Period. Evidence from the Thessaoloniki Area". En C.-A. Roman y N. Gudea (eds) *Trade and Local Production of Lamps from the Prehistory to the Middle Ages. Acts of 2nd International Congress on Ancient and Middle Age Lighting Devices*. Cluj-Napoca: Editura Mega: 23-30.
- Antonaras, A. 2014. "An early Christian glass workshop at 45, Vasileos Irakleiou Street in the centre of Thessaloniki". En D. Keller, J. Price y C. Jackson (eds) *Neighbours and Successors of Rome. Traditions of glass production and use in Europe and the Middle East in the later first millennium AD*. Oxford: Oxbow: 95-113.
- Antunes, S. 2000. "A oficina vítrea de Parreitas: Contributo para o conhecimento da produção de vidro na Lusitânia durante a Antiguidade Tardia". En *A região de Alcobaca na época romana. A estação arqueológica de Parreitas (Bairro)*. Alcobaca: Municipio de Alcobaca: 156-330.
- Aparicio, L. 2004. "Actuación arqueológica preventiva en la c/Sama Naharro esquina a Músico Cristobal de Morales, de Córdoba". *Anuario Arqueológico de Andalucía* 2004: 1124-1142.
- Aparicio, L. 2010. *Intervención arqueológica preventiva en PERI A-9 (Córdoba)*. Informe de excavación inédito.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	514/807



- Appadurai, A (ed). 1986. *The Social Life of Things: commodities in cultural perspective*.  
Cambridge: Cambridge University Press.
- Arancibia, A. 1998. *Memoria preliminar de los resultados de la actividad arqueológica en c/Cister 3-c/San Agustín 4*. Informe de Excavación Inédito.
- Arancibia, A. 2014. *Memoria final de la A. A. P. en los entornos del Guadalmedina y Renfe de las líneas 1 y 2 del Metro de Málaga. 2010-2014*. Informe de excavación inédito.
- Arenas Esteban, A., J. P. Martínez Naranjo y T. Daza Blázquez. 2007. "El 'Prao de los Judíos' de Molina de Aragón: resultados de siete años de trabajo". En *Arqueología de Castilla-La Mancha. I Jornadas. Cuenca 13-17 de diciembre de 2005*. Cuenca: Universidad de Castilla-La Mancha: Junta de Comunidades de Castilla la Mancha: 705-32.
- Arenas, P. y I. Carrasco. 2005. *Informe. Excavación arqueológica del muladar. Fase II. Proyecto Marco Conjunto San Laureano*. Informe de Excavación Inédito.
- Arié, R. 1960. "Traduction annotée et commentée des traités de Hisba d'Ibn and al Rauf et de Umar al Garsifi". *Hesperis Tamuda* 1: 5-37; 199-214; 349-86.
- Arletti, R., F. Vezzalini, C. Fiori, y M. Vandini. 2011. "Mosaic glass from St. Peter's, Rome: manufacturing techniques and raw materials employed in late 16<sup>th</sup> century Italian opaque glass". *Archaeometry* 53: 364-86.
- Ashtor, E., G. Cevdalli. 1983. "Levantine Alkali Ashes and European Industries". *Journal of European Economic History* 12: 475-522.
- Assmann, A. 2013. "Transformations of the Modern Time Regime". En B. Bevernage y C. Lorenz (eds) *Beaking up time – Negotiating the Borders between Present, Past and Future*. Gottingen. Vandenhoeck & Ruprecht: 39-56.
- Azkarate, A. 1999. *Necrópolis tardoantigua de Aldaieta (Nanclares de Gamboa, Álava). Volumen 1. Memoria de la excavación e inventario de los hallazgos*. Álava: Diputación Foral de Álava.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	515/807



- Azuar, R. 2013. "Los últimos 25 años de arqueología medieval en el País Valenciano". *Boletín de Arqueología Medieval* 17: 313-345.
- Azuar, R. y C. Puche. 1994. "El vidrio". En R. Azuar (ed) *Castillo del Río de Aspe (Alicante). Arqueología e historia de un asentamiento andalusí. Siglos XII/XIII*. Alicante: Diputación Provincial de Alicante: 183-6.
- Baldoni, D. 1987. "Una lucerna romana con raffigurazione di officina vetraria: alcune considerazioni sulla lavorazione del vetro soffiato nell'antichità". *Journal of Glass Studies* 29: 22-9.
- Baños Serrano, J. y M. J. Sánchez González. 2005. "La maqbara de Alhama de Murcia. Excavación en Calle Vergara 8". En P. E. Collado Espejo, M. Lechuga Galindo y M. B. Sánchez González (eds) *XVI Jornadas de Patrimonio Histórico: intervenciones en el patrimonio arquitectónico, arqueológico y etnográfico de la Región de Murcia*. Murcia: Gobierno de la Región de Murcia. Servicio de Patrimonio Histórico: 355-6.
- Barber, B. J. y I. Freestone. 1990. "An investigation of the origin of the colour of the Lycurgus Cup by analytical Transmission Electronic Microscopy". *Archaeometry* 32: 33-45.
- Barceló, M. 1975. "El hiato en las acuñaciones de oro en al-Andalus 127-316/744(5)-936(7)". *Moneda y Crédito* 132: 33-71.
- Barceló, M. 1993. "Al-mulk, el verde y el blanco. La vajilla califal de Madīnat al-Zahrā". En A. Malpica (ed) *La cerámica altomedieval en el sur de al-Andalus*. Granada: Universidad de Granada: 292-9.
- Barkoudah, Y. y J. Henderson. 2006. "Plant ashes from Syria and the manufacture of ancient glass: ethnographic and scientific aspects". *Journal of Glass Studies* 48: 297-321.
- Barney, S. A., W. J. Lewis, J. A. Beach y O. Berghof. 2006. *The Etymologies of Isidore of Seville*. Cambridge: Cambridge University Press.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	516/807



- Barrionuevo, C. 2006. *La Alcazaba de Almería: un monumento para la historia de la ciudad*. Almería: Instituto de Estudios Almerienses.
- Barrionuevo, F. Sin fecha. *Carta Arqueológica de Jerez. Alameda Vieja*. 101.
- Barrionuevo, F. Sin fecha. *Carta Arqueológica de Jerez. Cl. Visitación* 3.
- Barthelemy, P. 1995. "Le verre dans la Sedacina totius artis alchimie fe Guillaume Sedacer". En D. Kahn y S. Matton (eds) *Alchimie: art histoire et myths. Actes du 1er colloque international de la Societé d'Etude de l'Histoire de l'Alchimie*. París, Milán: Arche: 203-33.
- Barthelemy, P. 2002. *La Sedacina ou l'Œuvre au crible*. París-Milán: SÉHA-Archè.
- Bass, G. F., B. Lledo, S. Matthews y R. H. Brill. 2009. *Serçe Limani, Vol 2: The Glass of an Eleventh Century Shipwreck*. Houston: Texas A&M University Press.
- Barrowman, R., C. Batey y C. Morris. 2007. *Excavations at Tintagel Castle, Cornwall, 1990-1999*. Londres: The Society of Antiquaries of London.
- Bazzochi, F. 2012. *Las vidrieras góticas mediterráneas. El caso concreto de Barcelona y Siena en el siglo XIV*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Barcelona.
- Baxter, M. J. 1995. "Standardisation and transformation in Principal Component Analysis with applications to archaeometry". *Applied Statistics* 44: 513-27.
- Belinchón Yagüe, D. "Vidrios castellanos de Cadalso de los Vidrios y el Recuenco" *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio* 40: 385-8.
- Benet, C. y E. Subias. 1989. *Un abocador del segle V d. C. en el Fòrum Provincial de Tàrraco*. Tarragona: TED'A.
- Benjamin, W. 1940. "Éralipomena to 'On the concept of History'". En H. Eiland y M. Jennings (eds) *Walter Benjamin: Selected Writings*. Vol. 4. 1938-1940. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press: 401-11.
- Berkoff, A. E. 1965-1966. "A Jewish Glass-Blower from Spain". *Miscelánea de Estudios Árabes y Hebráicos* XIV-XV: 43-61.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	517/807



- Bermejo, J. C. 1989. *Replanteamiento de la historia Ensayos de historia teórica II*. Madrid: Akal.
- Bermúdez López, J. 2002. "Estructura urbana de la Alhambra". *Cuadernos de la Alhambra* 38: 85-123.
- Bermúdez, J. 2010 *The Alhambra and the Generalife. Official Guide*. Granada: Patronato de la Alhambra y el Generalife.
- Bermúdez, J. M. 2005. *Informe memoria de la AAP realizada en el solar de la futura Unidad de Estancia Diurna de la Delegación Provincial para la Igualdad y Bienestar Social de la Junta de Andalucía (Polígono de Poniente, P1B, 20434-001)*. Informe de excavación inédito.
- Bernat, M. y J. Serra. 1992. "El forn de vidre del carrer de Can Burgos. Nòtules per a l'estudi del vidre medieval i post-medieval a Mallorca". *Butlletí de la Societat Arqueològica Lul·liana* 48: 91-114.
- Berthelot, M. 1889. *Introduction à l'étude de la chimie, des anciens et du moyen âge*. París: G. Steinheil.
- Best, M. y F. Brightman (trads). 1973. *The Book of Secrets of Albertus Magnus*. Oxford: Clarendon Press.
- Biavati, A. y M. Verita. 1989. "The glass from Frattesina: a glassmaking centre in the Late Bronze Age". *Rivista della Stazione Sperimentale del Vetro* 4: 295-9.
- Bijker, W. E., T. P. Hughes y T. Pinch (eds) *The Social Construction of Technological Systems. New Directions in the Sociology and History of technology*. Cambridge, Ma. y Londres: The MIT Press.
- Binford, L. 1965. "Archaeological Systematics and the Study of Culture Process". *American Antiquity* 31: 203-10.

- Bintliff, J. 2004. "Time, Structure and Agency: The Annales, Emergent Complexity, and Archaeology". En J. Bintliff (ed) *A Companion to Archaeology*. Oxford: Blackwell: 174-94.
- Blondheim, D. S. 1928. "An Old Portuguese Work on Manuscript Illumination". *The Jewish Quarterly Review* 19: 97-135.
- Bonifay, M. y D. Bernal. 2008. "Recópolis, paradigma de las importaciones africanas en el visigothorum regnum. Un primer balance." *Zona Arqueológica* 9: 99-115.
- Bonnerot, O., A. Ceglia y D. Michailides. 2016. "Technology and materials of early Christian wall mosaics" *Journal of Archaeological Science. Reports* 7: 649-61.
- Bordieu, P. 1972. *Outline of a Theory of Practice*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Braudel, F. 2000 [1949] *The Mediterranean and the Mediterranean World in the Age of Phillip II*. Londres: The Folio Society.
- Braudel, F. 1992. *Civilization and Capitalism. 15<sup>th</sup>-18<sup>th</sup> Century. Vol I. The Structures of Everyday Life. The Limits of the Possible*. Berkeley y Los Angeles: University of California Press.
- Brems, D., y P. Degryse. 2014. "Trace elements in sand raw materials". En P. Degryse (ed) *Glassmaking in the Greco-Roman World*. Lovaina: Leuven University Press: 69-85.
- Brems, D. y P. Degryse. 2014. "Western Mediterranean sands for ancient glass making". En P. Degryse (ed) *Glassmaking in the Greco-Roman World*. Lovaina: Leuven University Press: 27-49.
- Brems, D., M. Ganio, K. Latruwe, L. Balcaen, M. Carremans, D. Gimeno, A. Silvestri, F. Vanhaeke, P. Muchez y P. Degryse. 2013. "Isotopes on the Beach. Part 1. Strontium Isotope Ratio as a Provenance Indicator for Lime Raw Materials Used in Roman Glass-Making". *Archaeometry* 55: 214-34.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	519/807





Brems, D., M. Ganio, K. Latruwe, L. Balcaen, M. Carremans, D. Gimeno, A. Silvestri, F. Vanhaecke, P. Muchez y P. Degryse. 2013. "Isotopes on the Beach. Part 2. Neodymium Isotopic Analysis for the Provenancing of Roman Glass-Making". *Archaeometry* 55: 449-64.

Brems, D., P. Degryse, M. Ganio y S. Boyen. en prensa. "The production of Roman glass with Western Mediterranean sand raw materials: Preliminary Results". *Glass Technology: European Journal of Glass Science and Technology*.

Brianese, N., U. Casellato, F. Fenzi, S. Sitran, P. A. Vigato y M. Mendera. 2005. "Medieval and Renaissance glass technology in Tuscany. Part 4: the XIV<sup>th</sup> century sites of Sant Cristina (Gambassi-Firenze) and Poggio Imperiale (Siena)". *Journal of Cultural Heritage* 6: 213-25.

Brill, R. H. 1963. "Ancient Glass". *Scientific American* 208: 120-30.

Brill, R. 1967. "Lead isotopes in ancient glass". In *Annales du 4e Congrès Internationale des 'Journées Internationales du Verre'*. Lieja: Association Internationale pour l'Histoire du Verre: 255-61.

Brill, R. 1979. "A small glass factory in Afghanistan". *Glass Art Society Journal* 1979: 26-27.

Brill, R. H. 1999 *Chemical Analyses of Early Glasses. Volumes 1 and 2*. Corning, NY: The Corning Museum of Glass.

Brill, R. 2001. "Some thoughts on the chemistry and technology of Islamic glass". En S. Carboni y D. Whitehouse (eds) *The glass of the sultans*. Corning, Nueva York: The Corning Museum of Glass: 25-46.

Brill, R. H. 2004. "Chemical Analyses". En G. F. Bass, S. Matthews, y R.J. Steffi (eds) *Serce Limani: An Eleventh Century Shipwreck*. Houston: Texas. A&M University Press: 459-96.

Brosch, N. 2004. "Red glass vessels from Jerusalem". *Orient: Report of the Society of Near Eastern Studies in Japan* 39: 52-68.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	520/807



- Budd, P. y T. Taylor. 1995. "The Faaerie Smith Meets the Bronze Industry: Magic Versus Science in the Interpretation of Prehistoric Metal-Making". *World Archaeology* 27: 133-43.
- Burnett, C. 1994. "The translating activity in medieval Spain". En S. Khadra Jayyusi (ed) *The Legacy of Muslim Spain*. Leiden. Brill: 1036-1058.
- Cagno, S., K. Janssens y M. Mendera. 2008. "Compositional analysis of Tuscan glass samples: in search of raw material fingerprints". *Anal. Bioanal. Chem* 391: 1389-95.
- Cagno, S., M. Mendera, T. Jeffries y K. Janssens. 2010. "Raw materials for medieval to post-medieval Tuscan glassmaking: new insight from LA-ICP-MS analyses". *Journal of Archaeological Science* 37: 3030-3036.
- Cagno, S., L. Favaretto, M. Mendera, A. Izmer. F. Vanhaecke y K. Janssens. 2012. "Evidence of early medieval soda ash glass in the archaeological site of San Genesio (Tuscany)". *Journal of Archaeological Science* 39: 1540-1552.
- Cagno, S., M. Brondi Brandano, F. Mathis, D. Strivay y K. Janssens. 2012. "Study of medieval glass fragments from Savona (Italy) and their relation with the glass produced in Altare". *Journal of Archaeological Science* 39: 2191-7.
- Caldera de Castro, M. P. 1983. "El vidrio romano emeritense". *Excavaciones Arqueológicas en España. Augusta Emerita I*: 7-80.
- Caldera de Castro, P. 1994-5. "Los recipientes prismáticos de sección cuadrada y las botellas cilíndricas: una aproximación al método de trabajo de los talleres de vidrio romano del suroeste de Hispania". *Anas* 7-8: 117-42.
- Calligaro, T., J-C. Dran y J-P. Poirrot. 2001. "Estudio por acelerador de las gemas del Museo Nacional de la Edad Media, Cluny". En A. Perea (ed) *El tesoro visigodo de Guarrazar*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas: 277-86.
- Callon, M. 1987. "Society in the Making: The Study of Technology as Tool for Sociological Analysis". En W. E. Bijker, T. P. Hughes y T. Pinch (eds) *The Social*

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	521/807



*Construction of technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology.* Cambridge y Londres: The MIT Press: 77-97.

Camacho, C., M. Jaro, J. M. Lara, y C. Pére. 2004. "Arrabales occidentales de Qurtuba: modelo urbanístico y doméstico. Intervención Arqueológica de urgencia en Yacimiento Carretera del Aeropuerto. Arrabal (Campañas 2001/2003-4). Ronda Oeste de Córdoba". *Anuario Arqueológico de Andalucía* 2004: 1143-1159.

Cambil, I. 2016. *El vidrio en la Alhambra. Desde el periodo nazarí hasta el siglo XVII.* Granada: Patronato de la Alhambra y Generalife.

Campbell, E. 1995. "New evidence for Glass vessels in Western Britain and Ireland in the 6<sup>th</sup>/7<sup>th</sup> centuries AD". En D. Foy (ed) *Le verre de l'Antiquité Tardive et du Haut Moyen Age. Typologie-Chronologie-Diffusion*, Guiry-en-Vexin: 35-40.

Campbell, E. 2006. "Early Medieval Glass". En L. Lang y D. Longely (eds) *The Mote of Mark. A Dark Age Hillfort in South-West Scotland.* Oxford: Oxbow: 105-109.

Campbell, E., P. Hill y J. Price. 1997. "The Early Medieval Imports". En P. Hill (ed) *Whithorn and St Ninian. The Excavation of a Monastic Town 1984-91.* Stroud: The Whithorn Trust and Sutton Publishing: 297-326.

Cañellas I Martínez, S. y M. C. Domínguez Rodes. 2005. "El forn de vidre del Pla d'en Llull de Barcelona (1447-1640) en els protocols notarial". *Estudis Històrics I Documents dels Arxius de Protocols* XXIII: 1-30.

Cañellas I Martínez, S. y M. C. Domínguez Rodes. 2008. "Els forns de vidre a Barcelona I la seva rogalia (segles XIV-XVI)". *Anuario de Estudios Medievales* 38: 611-37.

Cañellas I Martínez, S. y M. C. Domínguez Rodes. 2009. "Intervenció de les institucions públiques en la producció de vidre a la ciutat de Barcelona (segles XIV-XVI)". Conferencia: *Seminari d'Història de Barcelona. Congrés de Història de Barcelona. La ciuta en xarxa. Resum de les ponències I comunicacions.*

- Capellà Galmés, M. A. 2014. "Artesanos vidrieros en Mallorca. Relaciones y conexiones con el Levante peninsular (siglos XIV-XV)". *Anuario de Estudios Medievales* 44: 770-805.
- Carbonell, A. 1929. "La minería y la metalurgia entre los musulmanes en España". *Boletín de la Real Academia de Córdoba de Ciencias, Bellas Letras y Nobles Artes* VII: 179-217.
- Carboni, S. 2001. *Venice and the Islamic world*. Nueva York: The Metropolitan Museum of Art.
- Carboni, S. 2001. "Glass Production in the Islamic World: an overview". En C. Carboni y D. Whitehouse (eds) *Glass of the Sultans*. Nueva York: The Metropolitan Museum of Art: 3-7.
- Carboni, S. 2001. "Painted glass". En C. Carboni y D. Whitehouse (eds) *Glass of the Sultans*. Nueva York: The Metropolitan Museum of Art: 199-273.
- Carboni, S., G. Lacerenza y D. Whitehouse. 2003. "Glassmaking in Medieval Tyre: The Written Evidence". *Journal of Glass Studies* 45: 139-49.
- Cardenete López, R., M. T. Gómez Saidedo, A. Jiménez Hernández, R. Lineros Romero y I. Rodríguez Rodríguez. 1990. "Excavaciones arqueológicas de urgencia en el solar de la Plaza de Santiago N° 1". *Anuario Arqueológico de Andalucía* 1990. II: 488-497.
- Cardiñanos Bardeci, I. 2017. "Ordenanzas municipales y gremiales de España en la documentación del Archivo Histórico Nacional". *Cuadernos de Historia del Derecho* 24: 253-410.
- Carey, C. J., H. J. Wickstead, G. Juleff, J. C. Anderson y M. J. Barber. 2014. "Geochemical survey and metalworking: analysis of chemical residues derived from experimental non-ferrous metallurgical processes in a reconstructed roundhouse". *Journal of Archaeological Science* 49: 383-97.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	523/807



- Carmona, N., M. García-Heras, C. Gil y A. Villegas. 2004. "Vidrios y grisallas del s. XV de la Cartuja de Miraflores (Burgos): Caracterización y estado de conservación". *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio* 44: 251-8.
- Carmona, N., M. A. Villegas, P. Jiménez, J. Navarro y M. García-Heras. 2009. "Islamic glasses from al-Andalus. Characterisation of materials from a Murcian workshop (12th century AD, Spain)." *Journal of Cultural Heritage* 10: 439-45.
- Carolus, E. 2004. "Il vetro nella vita quotidiana". En B. Di Pasquale (ed) *Vitrum. Il vetro fra arte e scienza den mondo romano*. Florencia: Giunti: 71-9.
- Carrasco, I., A. Jiménez, P. Lafuente, A. Martín y P. Arenas. 2013. "La historia del patio de San Laureano de Sevilla a través de las excavaciones arqueológicas (2002-2007)". *Archivo Hispalense* 291-293: 119-67.
- Carrere, C. 1967. *Barcelone centre économique à l'époque des difficultés*. París. La Haya: Mouton & Co.
- Carreras, T. 2006. "Historia de la colección de vidrio del Museu d'arqueologia de Catalunya". En E. Rontomé (ed) *Vidrio islámico en al-Andalus*. Cuenca: Real Fábrica de Cristales de la Granja: 86-91.
- Carta, R., A. González y J. A. Narváez. 2011. "Las afueras de la ciudad nazarí de Granada. Evolucion del area de Real de Cartuja a la luz de una intervención arqueológica". En A. Malpica y A. García Porras (eds) *Las ciudades nazaríes. Nuevas aportaciones desde la arqueología*. Granada: Universidad de Granada 107-34.
- Carvajal, J. C. 2014. "Review Article. The Archaeology of al-Andalus: Past, Present and Future." *Medieval Archaeology* 58: 318-39.
- Castaño Aguilar, J. M., B. Nieto González, J. Padial Pérez, L. Peña Ortega y S. Ruiz Torres. 2009. "La ciudad Romana de Acinipo". *Cuadernos de Arqueología de Ronda* 3: 39-72.

Castejón, R. 1961-2. "Madīnat al-Zahrā en los autores árabes II. Traducciones", *Al-Mulk. Anuario de Estudios Arabistas* 2: 119-56.

Castelo Ruano, R., G. Gutierrez Neira, J. Barrio Martín, J. Hurtado Aguña, A. I. Pardo Naranjo, A. López-Pérez y R. García Giménez. 2011-2012. "Estudio arqueohistórico y analítico de un conjunto de vidrios de la villa romana de El Saucedo (Talavera la Nueva, Toledo)." *CuPAUAM* 37-48: 687-703.

Castillo Galdeano, F. y R. Martínez Madrid. 2000. "Un taller de vidrio en Baġġāna-Pechina (Almería)". En P. Cressier (ed) *El vidrio en al-Andalus*. Madrid: Casa de Velázquez: 83-101.

Castro, M. y A. Gómez. 2008. "La actividad artesanal en Recópolis: la producción de vidrio". *Zona Arqueológica* 9: 117-128.

Catlos, B. 2018. *Kingdoms of Faith. A new history of Islamic Spain*. Nueva York: Basic Books: 427-9.

Ceglia, A., P. Cosyns, K. Nys, H. Terryn, H. Thienpont y W. Meulebroeck (2014). "Late antique glass distribution and consumption in Cyprus: a chemical study". *Journal of Archaeological Science* 61: 213-22.

Chalmeta, P. 1967. "El 'Kitāb Fi Ādāb al-Hisba' (Libro del buen gobierno del zoco) de al-Saqatī". *Al-Andalus* 32: 152-62.

Chalmeta, P. 1968. "El 'Kitāb Fi Ādāb al-Hisba' (Libro del buen gobierno del zoco) de al-Saqatī (Conclusión)". *Al-Andalus* 33: 367-434.

Charleston, R. J. 1978. "Glass furnaces through the ages". *Journal of Glass Studies* 20: 9-33.

Childe, G. 2003 [1936] *Man Makes Himself*. Nottingham: Spokesman.

Cholakova, A., T. Rehren y I. Freestone. 2016. "Compositional identification of 6<sup>th</sup> c. AD glass from the Lower Danube.". *Journal of Archaeological Science: Reports* 7: 625-32.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	525/807



- Cifuentes, L. 2003. "La vernacularización de la ciencia a finales de la Edad Media: un modelo explicativo a partir del caso catalán". En B. M. Gutiérrez (ed) *Aproximaciones al lenguaje de la ciencia*. Burgos: Instituto Castellano y Leonés de la Lengua: 265-300.
- Cifuentes, L. 2008. "La ciencia en vulgar y las élites laicas, de la Edad Media al Renacimiento". En F. Serrano (ed) *Regalo de la vida humana*. Pamplona: Gobierno de Navarra: 125-48.
- Cifuentes, L. y R. Cordoba. 2011. *Tintorería y medicina en la Valencia del Siglo XV. El manual de Joanot Valero*. Barcelona: CSIC.
- Cipolla, C. 1965. *Guns and Sails in the Early Phase of European Expansion. 1400-1700*. Londres: Collins.
- Coll Conesa, J. 2014. "Técnica, áulica y distinción social en la cerámica medieval". *Anales de Historia del Arte* 24: 69- 97.
- Coll, J. y A. García Porras. 2010. "Tipología, cronología y producción de los hornos cerámicos de al-Andalus". <http://www.arqueologiamedieval.com/articulos/125/tipologia-cronologia-y-produccion-de-los-hornos-ceramicos-en-al-andalus>.
- Collantes de Terán Sánchez, A. 1977. *Sevilla en la Baja Edad Media. La ciudad y sus hombres*. Sevilla: Servicio de Publicaciones del Excmo. Ayuntamiento de Sevilla.
- Collingwood, R. G. 1946 *The Idea of History*. Nueva York: Oxford University Press.
- Collins, R. 1980. "Merida and Toledo: 550-585". En E. James (ed) *Visigothic Spain: New Approaches*. Oxford: Clarendon Press: 189-219.
- Constable, O. R. 2012. *Medieval Iberia. Readings from Christian, Muslim and Jewish Sources*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	526/807



- Conyers, L. 2012. *Interpreting Ground Penetrating Radar for Archaeology*. Londres: Routledge.
- Cool, H. E. M. y M. J. Baxter. 1999. "Peeling the onion: an approach to comparing vessel glass assemblages". *Journal of Roman Archaeology* 12: 72-100.
- Córdoba de la Llave, R. 1996. "Innovación tecnológica y desarrollo industrial en la Península Ibérica durante la Edad Media". En *Actas de las I Jornadas sobre Minería y Tecnología en la -Edad Media Peninsular*. León: Fundación Hullera Vasco-Leonesa: 317-46.
- Córdoba de la Llave, R. 1997. "Algunas consideraciones sobre el legado tecnológico andalusí en la Córdoba Cristiana". *Acta historica et archaeologica mediaevalia* 18: 335-75.
- Córdoba de la Llave, R. 2005. "Un recetario técnico castellano del siglo XV: el manuscrito H490 de la Facultad de Medicina de Montpellier". En *la España Medieval* 28: 7-48.
- Córdoba de la Llave, R. 2008. "Las artes del fuego: metalurgia y alfarería" En P. Navascués Palacio (ed) *Ars Mechanicae. Ingeniería medieval en España*. Madrid: Ministerio de Fomento: 203-13.
- Córdoba de la Llave, R. 2011. "Recetas medievales para el vidriado de la cerámica". *Meridies* IX: 135-50.
- Córdoba de la Llave, R. 2012. "Las rasuras del vino. Aplicaciones y usos del tartrato de potasio en la España bajomedieval". En B. Arizaga Bolumburu (ed) *Mundos Medievales. Espacios, sociedades y poder: homenaje al profesor José Ángel García de Cortazar y Ruiz de Aguirre*. Santander: Universidad de Cantabria: 1189-1199.
- Córdoba de la Llave, R. 2014. "Technology, craft and industry". En M. Valor and A. Gutiérrez (eds) *The Archaeology of Medieval Spain. 1100-1500*. Londres: Equinox: 100-16.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	527/807





- Córdoba de la Llave, R. 2015. *Informe actividad arqueológica preventiva. Yacimiento Castillo de Torreparedones. Baena (Córdoba)*. Informe de excavación inédito.
- Córdoba de la Llave, R. 2017. "Industria y artesanía rural en la Corona de Castilla a fines de la Edad Media". En G. Navarro y C. Villanueva (eds) *Industrias y mercados rurales en los reinos hispánicos*. Murcia: Sociedad Española de Estudios Medievales: 37-62.
- Cosyns, P. 2011. *The production, distribution and consumption of black glass in the Roman Empire during the 1<sup>st</sup>-5<sup>th</sup> century AD. An archaeological, archaeometric and historical approach*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Bruselas.
- Countinho, I., T. Medici, S. Coentro, Luís C. Alves y M. Vilarigues. 2016. "First archaeometric study of medieval glass found in Beja (Southern Portugal)". *Journal of Medieval Iberian Studies* 8: 148-75.
- Cozar, J. S. y Sapalski, C. 2001. "Gemas del Museo Arqueológico Nacional y Palacio Real, Madrid". En A. Perea (ed) *El tesoro visigodo de Guarrazar*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas: 243-73.
- Craddock, P. T., S. La Niece y D. R. Hook. 1998. "Brass in the Medieval Islamic World". En P. T. Craddock (ed) *2000 years of Zinc and Brass*. Londres: British Museum Occasional Papers 50. British Museum: 73-113.
- Crespo Kayser, A. 2004. *Intervención arqueológica preventiva en calle de Fernando IV esquina con calle Hornos Caños de Jaén*. Informe de excavación inédito.
- Crespo Kayser, A. 2005. "Intervención arqueológica preventiva en calle de Fernando IV esquina con calle Hornos Caños de Jaén". *Anuario Arqueológico de Andalucía* 2006: 2649-2661.
- Cressier, P. 1993. "Humildes joyas: pulseras de vidrio en una casa de Senes". *Revista de estudios históricos de Granada y su reino* 7: 67-84.

- Cressier, P. y S. Gutiérrez Lloret. 2009. "Archéologie de l'Islam européen. Sept siècles de présence arabo-berebere". En J-P. Demoule (ed) *L'Europe: un continent redécouvert par l'archéologie*. París: Gallimard: 149-57.
- Cressier, P. y A. Vallejo. 2015. "Madīnat al-Zahrā et Šabra al-Manšūriyya: Deux versins d'un même scénario". *Journal of Islamic Archaeology* 2: 139-69.
- Crossgrove, W. 2000. "The Vernacularization of Science, Medicine and Technology in Late Medieval Europe: Broadening our Perspectives". *Early Science and Medicine* 5: 47-63.
- Crowfoot, G. M. y D. B. Harden. 1931. "Early Byzantine and later glass lamps". *The Journal of Egyptian Archaeology* XVII: 196-205.
- da Cruz, M. 2009. *O Vidro Romano no Noroeste Peninsular. Um Olhar a partir de Bracara Augusta*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Braga.
- da Cruz, M. 2009. "Black glass jewellery from Bracara Augusta". En K. Janssens, P. Degryse, P. Cosyns, J. caen y L. Van't dack (eds) *Annales du 17e Congress de l'Association Internationale pur l'Histoire du Verre*. Amberes: University Press Antwerp: 96-102.
- da Cruz, M. 2011. "Fragmentos de vidro. Fragmentos da memoria". *Cultura, Espaço & Memoria* 2: 83-94.
- da Cruz, Mario. 2014. "Campanulate bowls from Gallaecia: evidence for regional glass production in late antiquity". En D. Keller, J. Price y C. Jackson (eds) *Neighbours and Successors of Rome. Traditions of glass production and use in Europe and the Middle East in the later first millennium AD*. Oxford: Oxbow Books: 58-67.
- da Cruz, M y M. D. Sánchez de Prado. 2012. "Glass working sites in Hispania: what we know". En I. Lazar (ed) *Annales du 19e Congrès de l'ASSOCIATION INTERNATIONALE pour l'HISTOIRE DU VERRE*. Koper: 178-87.
- Davidson, G. 1975. "A Medieval Mystery: Byzantine Glass Production". *Journal of Glass Studies* 17: 127-41.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	529/807



- de Callatay, G. 2013. "Magia en al-Andalus: Rasa'il ijwan al-Safa', Rutbat al-hakim y Gayat al-hakim (Picatrix)". *Al-Quantara* XXXIV: 297-344.
- de Callatay, G. 2017. "Encyclopaedism on the fringe of Islamic Orthodoxy: The Rasā'il Ikhwān al- Ṣafā', the Rutbat al- ḥakim and the Ghāḥat al- ḥakim on the Division of Science". *Asia* 71: 857-77.
- de Gayangos, P. 1840. *The History of the Mohammedan Dynasties in Spain. Extracted from the Nafhu-t-Tib Min Ghosni-L-Andalusi-r-Rattib wa Tārīkh Lisāndu-d-dīn Ibni-l-Khattīb*. 2 vols. By Ahmed Ibn Mohammed al-Makkari. Londres: Oriental Translation Fund
- Degryse, P. 2014. *Glass Making in the Greco-Roman World: Results of the ARCHGLASS Project*. Lovaina: Leuven University Press: Studies in Archaeological Sciences 4.
- Degryse, P., R. Scott y D. Brems. 2014. "The archaeometry of ancient glassmaking: reconstructing ancient technology and the trade of raw materials". *Perspective* 2: 224-38.
- de Epalza, M. 1991. "Espacios y sus funciones en la ciudad árabe". En M. de Epalza (ed) *Simposio Internacional sobre la ciudad islámica. Ponencias y comunicaciones*. Zaragoza: Institución Fernando el Católico: 9-30.
- De Juan, J., M. Gallego y J. García. 2009. "La cultura material de la Vega Baja". En M. Gallego, J. García, R. Izquierdo, J. de Juan, L. Olmo, D. Peris y R. Villa (eds) *La Vega Baja de Toledo*. Toledo: Toletum Visigodo: 115-41.
- De Juan, J., y Y. Cáceres. 2016. "Los vidrios de ciudad de Vascos (Toledo) (ss. X-XI)". *Arqueología y Territorio Medieval* 23: 7-22.
- De Juan, J. y N. Schibille. 2017. "Glassimport and production in Hispania during the early medieval period: The glass from Ciudad de Vascos (Toledo)". *PlosOne* 12: 1-19.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	530/807



- De Juan, J. y N. Schibile. 2018. "El vidrio en la taifa de Toledo: reflexiones a partir de Ciudad de Vascos y el convento de Santa Fe". En Sarr, B (ed) *Historia y arqueología de los reinos taifas*. Motril: Alhulia: 473-87.
- De Juan, J., N. Fernández Calderón, I. Muñiz, A. García Álvarez-Busto y N. Schibile. 2018. "Islamic soda-ash glasses in the Christian kingdoms of Asturias and León". *Journal of Archaeological Science: Reports* 22: 257-63.
- De Juan, J., N. Schibile y T. Ximénez. 2018. "Los primeros vidrios de al-Andalus: análisis arqueométricos en el yacimiento emiral de Cabezo Pardo (Alicante)". *Lucentum* XXXVII: 271-9
- De Juan, J., N. Schibile, J. Molina Vidal y M. D. Sánchez de Prado. 2018. "The supply of glass at Portus Ilicitanus (Alicante, Spain): a meta-analysis of HIMT glasses". *Archaeometry* 61: 647-662.
- De Juan, J., A. Vigil-Escalera, Y. Cáceres y N. Schibile. 2019. "Changes in the supply of eastern Mediterranean glasses to Visigothic Spain". *Journal of Archaeological Science* 107: 23-31.
- De Luanco, J. R. 1889. *La alquimia en España*. Barcelona: Fidel Giró.
- Dillon, E. 1907. *Glass*. Londres: Methuen.
- Dobres, M-A. 1999. "Technology's Links and Chaînes: The Processual Unfolding of Technique and Technician". En M-A. Dobres y C. R. Hoffman (eds) *The Social Dynamics of Technology. Practice, Politics and World Views*. Washington y Londres: The Smithsonian Institute: 124-46.
- Domergue, C. 1987. *Catalogue des mines et des fonderies antiques de la Péninsule Ibérique*. 2. Vols. Madrid: Publications de la Casa de Velázquez.
- Domergue, C. 1990. *Les mines de la péninsule Ibérique dans l'Antiquité romaine*. Roma: Publications de l'Ecole française de Rome.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	531/807



- Duckworth, C. 2012. "Imitation, Artificiality and Creation: The Colour and Perception of the Earliest Glass in New Kingdom Egypt". *Cambridge Archaeological Journal* 22: 309-27.
- Duckworth, C. 2016. *Proyecto de análisis químico de vidrios antiguos y medievales*. Proyecto de intervención Inédito.
- Duckworth, C. y A. Sassin (eds) 2018. *Colour and Meaning in Ancient and Medieval Art*. Londres: Ashgate.
- Duckworth, C. 2020. "Sensory perception and experience of glass". En Skeates, R. y J. Day (eds) *The Routledge Handbook of Sensory Archaeology*. Oxford: Routledge.
- Duckworth, C. En prensa. "Seeking the invisible: new approaches to Roman glass recycling". En C. Duckworth y A. Wilson (eds) *Recycling and Reuse in the Roman Economy*. Oxford: Oxford University Press.
- Duckworth, C., J. Henderson, F. Rutten and K. Nikita. 2012. "Opacifiers in Late Bronze Age Glasses: the use of ToF-SIMS to identify raw ingredients and production techniques". *Journal of Archaeological Science* 39: 2143-52.
- Duckworth, C., R. Cordoba de la Llave, E.W. Faber, D.J. Govantes Edwards y J. Henderson. 2015. "Electron microprobe analysis of 9th-12th century Islamic glass from Cordoba, Spain". *Archaeometry* 57, 1: 27-50.
- Duckworth, C. y D. Govantes-Edwards. 2015. "AHG Grant Report. Medieval glass furnaces in southern Spain". *Glass News* 38: 9-12.
- Duckworth, C., A. Cuenod y D. Mattingly. 2015. "Non-destructive  $\mu$ XRF analysis of glass and metal objects from sites in the Libyan pre-desert and Fazzan". *Libyan Studies* 46: 15-34.
- Duckworth, C., D. J. Mattingly, S. Chenery y V. Smith. 2016. "End of the Line? Glass Bangles, Technology, Recycling, and Trade in Islamic North Africa". *Journal of Glass Studies* 58: 135-69.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	532/807



- Duckworth, C. y D. Govantes-Edwards. 2019. "Producción y tecnología del vidrio en al-Andalus". En M. M. Delgado y L. M. Pérez-Aguilar (eds) *Economía y trabajo. Las bases materiales de la vida en al-Andalus*. Sevilla: Ediciones Alfar: 235-62.
- Duckworth, C. y D. Govantes-Edwards. En prensa. "Glass production in al-Andalus: new chemical data from Malaga". En J. López Rider y R. Córdoba de la Llave (eds) *Proceedings of Conference Technical Knowledge in Europe. 2015*.
- Duggan, M. 2018. *Links to Late Antiquity. Ceramic exchange and contacts on the Atlantic Seaboard in the 5<sup>th</sup> to 7<sup>th</sup> centuries AD*. BAR British Series 639. Oxford: BAR.
- Dulska, A. K. 2017. "Abrahamic coexistence in the twelfth-century Middle East? Jews among Christians and Muslims in a travel account by Navarrese Jew, Benjamin of Tudela". *Journal of Beliefs and Values* 38: 257-66.
- Dussubieux, L., B. Gratuze y M. Blet-Lemarquand. 2010. "Mineral soda alumina glass: occurrence and meaning". *Journal of Archaeological Science* 37: 1646-55.
- Eckardt, H. y H. Williams. 2003. "Objects without a past?" En H. Williams (ed) *Archaeologies of Remembrance. Death and Memory in Past Societies*. Nueva York: Kluwer: 141-70.
- Egea, A. 2005. *Actuación arqueológica en la ladera occidental del Molinete (Morerías). Memoria Científica sector 5. Conclusiones*. Informe de excavación inédito.
- Egea, A., L. de Miguel, M. A. Martínez y R. Hernández. 2006. "Evolución urbana de la zona 'Morería', Ladera occidental del Cerro del Molinete (Cartagena)". *Mastia* 5: 11-59.
- Eiroa, J. 2011. "Sobre religión y poliglotía. Reflexiones en torno a la 'arqueología islámica' a la luz de un trabajo reciente". *Debates de Arqueología Medieval* 1: 185-8.
- Eiroa, J. 2016. "El legado de Ibn Mardaniš". *Debates de Arqueología Medieval* 6: 247-58.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	533/807



- Eisenstein, E. L. 1979. *The Printing Press as an Agent of Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Emberling, G. 2015. "Counternarratives: The Archaeology of the Long Term and the Large Scale". En G. Emberling (ed) *Social Theory in Archaeology and Ancient History. The Present and Future of Counternarratives*. Cambridge: Cambridge University Press: 5-15.
- English Heritage. 2008. *Geophysical Survey in Archaeological Field Evaluation*. Swindon: English Heritage.
- Enrich, J., J. Enrich y L. Pedraza. 1995. *Vilaclara de Castellfolit del Boix (El Bages) Un assentament rural de l'antiguitat tardana*. Igualada: Arqueoanoia.
- Epstein, S. 2005. "Transferring Technical Knowledge and Innovating in Europe, c. 1200-1800". *Working Papers on The Nature of Evidence: How Well do Facts Travel?* 01/05: 1-40.
- Escartín, E. 2004. *Estudio económico sobre el tratado de Ibn Abdún. El vino y los gremios en al-Andalus antes del siglo XII*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Sevilla.
- Escudero, J. 1988-1990. "La cerámica decorada en 'verde y manganeso' de Madīnat al-Zahrā". *Cuadernos de Madīnat al-Zahrā* 2: 121-67.
- Estrela, J. R. y Asla, A. O. 2010. "El aprovisionamiento de leña en las ciudades de la Baja Edad Media hispánica". *Estudios de Historia de España* XII: 185-200.
- Expósito, R. 2006. "Intervención arqueológica de urgencia en c/Cerrojo 32". *Anuario Arqueológico de Andalucía* 2006: 3358-71.
- Fábregas, A. y A. García Porras. 2009. "Redes de comercio genovesas en el sur de la Península Ibérica. Circulación mercantil y transferencias productivas". En I. del Val Valdivieso, P. Martínez Sopena y J. Valdeón Baroque (eds) *Castilla y el mundo feudal. Homenaje al profesor Julio Valdeón*. Valladolid: Junta de Castilla y León y Universidad de Valladolid: 639-655.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	534/807



Fahlander, F. 2012. "Are we there yet? Archaeology and the postmodern in the new millennium". *Current Swedish Archaeology* 20: 109-129.

Fairchild, D. (ed) *Islamic art and visual culture: an anthology of sources*. Chichester: Wiley and Blackwell.

Feliciano, M. J. 2005. "Muslim Shrouds for Christian Kings? A Reassessment of Andalusí Textiles in Thirteenth-Century Castilian Life and Ritual". En C. Robinson y Leyla Rouhi (eds) *Under the Influence. Questioning the Comparative in Medieval Castile*. Leiden-Boston: Brill: 101-31.

Feliciano, M. J. 2014. "Medieval Textiles in Iberia: Studies for a new Approach". En D. J. Roxburgh (ed) *Envisioning Islamic Art and Architecture: Essays in Honor of Renata Holod*. Leiden-Boston: Brill: 46-63.

Fernández, C., J. M. Tomassetti, S. Bravo, S. Ayala, A. Palomo, J. Suárez y M. A. Martín. 2006. *Excavación arqueológica preventiva en el solar ubicado en la Manzana 95131: c/Patriarca Obispo Ramón Pérez Rodríguez nº 1. Algeciras (Cádiz). Memoria definitiva*. Informe de excavación inédito.

Fernández, A. 2014. *El comercio tardoantiguo (ss. IV-VII) en el noroeste peninsular a través del registro cerámico de la Ría de Vigo. Roman and Late Antique Mediterranean Pottery* 5. Oxford: Archaeopress.

Fernández, F. 2009. "La producción de vidrio en Carthago Nova. Algunas evidencias arqueológicas". *Mastia* 8: 139-57.

Fernández Gabaldón, S. 1987. "Vidrios islámicos de los baños árabes del Alcázar de Jerez de la Frontera (Colección Menéndez Pidal)". In *Arqueología Medieval Española II. Congreso*. (Madrid 19-24 enero 1987). Tomo II. Comunicaciones. Madrid: 607-616.

Fernández Pérez, J. 2008. "Agricultura y pesca en la España medieval". En P. Navascués Palacio (ed) *Ars Mechanicae. Ingeniería medieval en España*. Madrid: Ministerio de Fomento: 167-79.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	535/807





- Fernández Puertas, A. 1998. "Gilded and enamelled glass in al-Andalus". En R. Ward (ed) *Gilded and Enamelled Glass from the Middle East*. Londres: British Museum Press: 74-77.
- Fernández-Puertas, A. 2009. "Mirador de la Qubba Mayor (Lindaraja). Armadura apeinazada de cintas con vidrios de colores". *Archivo Español de Arte* 82: 327-54.
- Ferraio, G. 2007. "Origins and Transmission of the *Liber de aluminibus et salibus*". En L. M. Principe (ed) *Chymists and Chymistry. Studies in the History of Alchemy and Early Modern Chemistry*. Sagamore Beach: Weston Publishing: 137-48.
- Ferrario, G. 2009. "An Arabic Dictionary of Technical Alchemical Terms: MS Sprenger 1908 of the Staatsbibliothek zu Berlin". *Ambix* 56: 36-48.
- Ferreira, I. C. 2013. "25 anos de arqueologia medieval em Portugal". *Boletín de Arqueologia Medieval* 17: 347-92.
- Ferreira, M. 2004. "Espolio vítreo proveniente da estação arqueológica do mosteiro de Sta. Clara-a-Velha de Coimbra: resultados preliminares". *Revista Portuguesa de Arqueologia* 7: 541-83.
- Ferreira, M. y T. Medici. 2010. "Mould-blown decorative patterns on medieval and post-Medieval glass beakers found in Portugal (14<sup>th</sup>-18<sup>th</sup> century)". En *Actes des 23e Rencontres de l'Association française pour l'Archéologie du Verre*. Bruselas: l'Institut royal du Patrimoine artistique: 403-11.
- Fierro, M. 1996. "Bātinism in al-Andalus. Maslaba b. Qāsim al-Qurṭubī (d. 353/964), author of the *Rutbat al-Ḥakīm* and the *Ghāyat al-Ḥakīm (Picatrix)*". *Studia Islamica* 84: 87-112.
- Fierro, M. 2009. *'Abd al-Rahman III. The first Cordoban Caliph*. Oxford: Oneworld.
- Fleischer, J., S. Wynne-Jones, C. Steele y K. Welham. 2012. "Geophysical Survey at Kilwa Kisiwani, Tanzania". *Journal of African Archaeology* 10: 207-20.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	536/807



- Flores Escobosa, I. 2011. "La fabricación de cerámica islámica en almería: la loza dorada". *Tudmir* 2: 9-28.
- Fontaine, S. D. y D. Foy. 2007. "L'épave Ouest-Embiez 1, Var : le commerce maritime du verre brut et manufacturé en Méditerranée occidentale dans l'Antiquité". *Revue archéologique de Narbonnaise* 40: 235-265.
- Fors, H., L. M. Principe, y H. Otto Sibum. 2016. "From the Library to the Laboratory and Back Again: Experiment as a Tool for Historians of Science". *Ambix* 63: 85-97.
- Forster, R. 2016. "Arabic Alchemy. Texts and Contexts". *Al-Qantara* XXXVII: 269-278.
- Foster, H. y C. Jackson. 2009. "The composition of 'naturally coloured' late Roman vessel glass from Britain and the implications for models of glass production and supply". *Journal of Archaeological Science* 36: 189-204.
- Foster, H. y C. Jackson. 2010. "The composition of late Romano-British colourless vessel glass: glass production and consumption". *Journal of Archaeological Science* 37: 3068-3080.
- Foy, D. 1995. "Le verre de la fin du IV<sup>e</sup> au VIII<sup>e</sup> siècle en France méditerranéenne. Premier essai de typo-chronologie". En D. Foy (ed) *Le verre de l'Antiquité Tardive et du Haut Moyen Age. Typologie-Chronologie-Diffusion*, Guiry-en-Vexin: 187-242.
- Foy, D. 2000. "Les indices d'une production de verre: repérages et interprétations". En P. Cressier (ed) *El vidrio en al-Andalus*. Madrid: Casa de Velázquez: 11-41.
- Foy, D. 2001. *Le verre medieval et son artisanat en France méditerranéenne*. París: CNRS.
- Foy, D. 2008. "Les officines de verriers de Marseille et d'Arles (Bouches-du-Rhône) à la fin de l'Antiquité" *BAP Supplement* 5: 1-15.
- Foy, D. 2009. "Les apports de verres de Méditerranée orientale, en Gaule méridionale, aux IV<sup>e</sup> et V<sup>e</sup> siècles". En K. Janssens, P. Degryse, P. Cosyns, J. caen, y L. Van't

dack (eds) *Annales du 17e Congress de l'Association Internationale pur l'Histoire du Verre*. Amberes: University Press Antwerp: 121.

Foy, D. y M-D. Nenna. 2001. *Tout feu tout sable. Mille ans de verre antique dans le Midi de la France*. Marsella: Musées de Marseille.

Foy, D., M. Vichy y M. Picon. 2000. "Lingots de verre en Mediterran occidentale (IIIe s.av.J.-C-VIIe s.ap.J.-C): Approvisionnement et mise en œuvre: Données archéologiques et données de laboratoire". En *Annales du 14 e Congres de l'Association pour l'Histoire du Verre*. Ámsterdam: AIHV: 51-57.

Foy, D., M. Picon, M. Vichy y V. Thirion-Merle. 2003. "Caractérisation des verres de l'Antiquité tardive en Méditerranée occidentale: l'émergence de nouveaux courants commerciaux". En Foy, D. y M-D. Nenna (eds.), *Échanges et commerce du verre dans le monde antique: actes du colloque de l'Association Française pour l'archéologie du verre, Aix-en-Provence et Marseille, 7-9 juin 2001*. Montagnac: Éditions Monique Mergoil: 41-86.

Frahm, E. y R. Doonan. 2013. "The technological versus methodological revolution of portable XRF in archaeology". *Journal of Archaeological Science* 40: 1425-34.

Franco, B. y V. M. Gibello. 2012. "La arqueología medieval en Extremadura. Estado de la cuestión". *Boletín de Arqueología Medieval* 16: 67-120.

Freestone, I. 1993. "Theophilus and the composition of medieval glass". En P. B. Vandiver, J. R. Druzik, G. S. Wheeler and I. C. Freestone (eds) *Material Issues in Art and Archaeology III*. Pittsburgh, Pennsylvania:Materials Research Society: 739-45.


Freestone, I. 1994. "Appendix: chemical analysis of 'raw' glass fragments". En H. R. Hurst (ed) *Excavations at Carthage. Vol. II. 1. The circular Harbour, North Side. The sites and finds other than pottery. British Academy Monographs in Archaeology, No. 4*. Oxford: Oxford University Press: 290.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	538/807



- Freestone, I. 2005. "Provenance of ancient glass through compositional analysis".  
*Mater. Res. Soc. Symp. Proc.* 852: 1-14.
- Freestone, I. 2006. "Glass production in Late Antiquity and the Early Islamic period: a  
geochemical perspective". Londres: *Geological Society, London. Special  
Publications* 257: 201-216.
- Freestone, I. 2008. "Pliny on Roman Glassmaking". En M. Martín-Torres y T. Rehren  
(eds) *Archaeology, History & Science. Integrating approaches to ancient  
materials*. Walnut Creek: Left Coast Press: 77-100.
- Freestone, I. 2015. "The Recycling and Reuse of Roman Glass: Analytical Approaches".  
*Journal of Glass Studies* 57: 29-40.
- Freestone, I., Y. Gorin-Rosen y M. Hughes. 2000. "Primary Glass from Israel and the  
Production of Glass in Late Antiquity and the Early Islamic Period" *TMO* 33: 65-  
83.
- Freestone, I., K. Leslie, M. Thirwall y Y. Gorin-Rosen. 2003. "Strontium isotopes in the  
investigation of early glass production: Byzantine and Early Islamic glass from  
the Near East". *Archaeometry* 45: 19-32.
- Freestone, I., S. Wolf y M. Thirlwall. 2003. "The production of HIMT Glass: elemental  
and isotopic evidence". En *Annales du 16e Congrès de l'Association  
Internationale Pour l'Histoire du Verre*. Nottingham: 153-7.
- Freestone, I., S. Wolf y M. Thirlwall. 2005. "The production of HIMT glass: elemental  
and isotopic evidence" En *Annales du 16e Congrès de l'Association  
Internationale pour l'Histoire du Verre*. Londres: Association Internationale  
pour l'Histoire du Verre: 153-57.
- Freestone, I., N. Meeks, M. Sax and C. Higgitt. 2007. "The Lycurgus Cup – a Roman  
Nanotechnology". *Gold Bulletin* 40: 270-7.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	539/807



- Freestone, I., R. E. Jackson y O. Tal. 2008. "Raw Glass and the Production of Glass Vessels at Late Byzantine Apollonia-Arsuf, Israel". *Journal of Glass Studies* 50: 67-80.
- Freestone, I., M. J. Hughes y C. Stapleton. 2008. "The Composition and Production of Anglo-Saxon Glass". En S. Marzinzik (ed) *Catalogue of Anglo-Saxon Glass in the British Museum*. Londres: British Museum Research Publication 167: 29-46.
- Freestone, I. P. Degryse, J. Lankton, B. Gratuze y J. Schneider. 2018. "HIMT, glass composition and commodity branding in the primary glass industry". En D. Rosenow, M. Phelps, A. Meek y I. Freestone (eds) *Things that Travelled: Mediterranean Glass in the First Millennium AD*. Londres: UCL Press: 159-90.
- Frothingham, A. 1963. *Spanish Glass*. Londres: Faber.
- Fuentes, A. 1989. *La necropolis tardorromana de Albalate de las Nogueras (Cuenca) y el problema de las denominadas "Necrópolis del Duero"*. Cuenca: Excma. Diputación de Cuenca.
- Fuentes, A. 1990. "Los vidrios de las 'Necrópolis de La Meseta'. Ensayo preliminar de clasificación". *CuPAUAM* 17: 169-202.
- Fuentes, A. 2001. "El vidrio: primer material reciclado de la historia". En Fuentes (ed) *Vidrio Romano en España: la revolución del vidrio soplado*. La Granja: Fundación Centro Nacional del Vidrio: 147-9.
- Fuentes, A. 2004. "El vidrio romano en la Meseta". En A. Fuentes (ed) *Jornadas sobre El vidrio en la España Romana*. Cuenca: Real Fábrica de Cristales de la Granja. Centro Nacional del Vidrio: 271-309.
- Fuentes, A. 2007. "Vidrio de la antigüedad tardía (ss. V-X): cuestiones de fabricación y comercialización. Problemas de identificación". En E. Rontomé y P. Pastor (eds) *Vidrio Islámico en al-Andalus*. San Lorenzo: Real Fábrica de Cristales de la Granja: 15-31.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	540/807



- Fuertes Santos, C. y R. Hidalgo Prieto. 2001. "La evolución urbana del arrabal noroccidental de *Qurtuba*: el yacimiento de Cercadilla". *Anales de Arqueología Corobesa* 12: 159-75.
- Gallo, F. y A. Silvestri. 2012. "Medieval glass from Rocco di Assolo (northern Italy): an archaeometric study". *Archaeometry* 54: 1023-39.
- Galuska, L., J. Machacek, K. Pieta y H. Sedlackova. 2012. "The glass of Great Moravia: vessel and window glass, and small objects". *Journal of Glass Studies* 54: 61-92.
- Gamo, B. 1995. "Vidrios de época visigoda en España: una aproximación". En D. Foy (ed) *Le verre de l'Antiquité tardive et du haut moyen age. Typologie – Chronologie – Diffusion*. Musée Archeologique Departemental Du Val D'oise: 301-17.
- Gamo, B. 2010. "Un material frágil y olvidado. El estudio del vidrio de época visigoda en Hispania". *Zona Arqueológica* 11: 477-487.
- Ganio, M., S. Boye, T. Fenn, R. Scott, S. Vanhoute, D. Gimeno y P. Degryse. 2012. "Roman glass across the Empire: an elemental and isotopic characterization". *J. Anal. At. Spectrom* 27: 743-53.
- García, L. A. 1972. "Colonias de comerciantes orientales en la Península Ibérica". *Habis* 3: 127-54.
- García, L. A. 1998. *Historia de la España visigoda*. Madrid: Cátedra.
- García, R., I. de Soto y M. I. Rucandio. 2015. "Vidrios romanos de Bracara Augusta (Portugal): análisis arqueométrico". *Espacio, Tiempo y Forma. Serie I. Prehistoria y Arqueología* 7: 239-255.
- García Gómez, E. 1967. *Anales palatinos del califa de Córdoba al-Hakam II, por Īsā Ibn Ahmad al-Rāzī*. Madrid: Sociedad de Estudios y Publicaciones.
- García Gómez, E. 1967. "Armas, banderas, tiendas de campañas, monturas y correos en los 'Anales de al-Hakam II' por Isa Razi". *Al-Andalus* 32: 163-180.

- García-Heras, M., M. D. Sánchez de Prado, N. Carmona, M. Tendero, A. M. Ronda y M. A. Villegas. 2007. "Analytical study of Roman glasses from Southeastern Spain". *Archaeologia Polona* 45: 63-78.
- García Porras, A. 2006. "La cerámica de uso doméstico en época nazarí". En R. Torres (ed) *Los jarrones de la Alhambra. Simbología y poder*. Granada: Patronato de la Alhambra y el Generalife: 89-96.
- García Porras, A. 2010. "La realidad material en el reino nazarí de Granada. Algunas reflexiones desde la arqueología granadina". En A. Malpica Cuello, R. Peinado Santaella y A. Fábregas García (eds) *VII Coloquio de Historia Medieval de Andalucía*. Granada: Universidad de Granada: 119-45.
- García Porras, A. 2012. "Producción cerámica y organización política. El caso de la cerámica nazarí". En B. Arizaga Bolumburu (ed) *Mundos medievales. Espacios, sociedades y poder: homenaje al profesor José Ángel García de Cortazar y Ruiz de Aguirre*. Santander: Universidad de Cantabria: 1379-90.
- García Porras, A. 2012. "El azul en la producción cerámica bajomedieval de las áreas islámica y cristiana de la Península Ibérica". En S. Gelichi (ed) *Atti del IX Congresso Internazionale Sulla Ceramica Medievale Nel Mediterraneo*. Florencia: All'Insegna del Giglio: 22-9.
- García Porras, A. 2018. "Treinta años de una nueva arqueología de al-Andalus" En J. A. Quirós (ed) *Treinta años de arqueología medieval en España*. Oxford: Archaeopress: 95-122.
- García Porras, A. En prensa. "The Nasrid Kingdom of Granada". En D. Govantes-Edwards (ed) *Archaeology, Politics and Islamicate Cultural Heritage in Europe*. Londres: Equinox.
- García Porras, A. y A. Fábregas. 2010. "Genoese trade networks in the southern Iberian Peninsula: trade, transmission of technical knowledge and economic interactions". *Mediterranean Historical Review* 25: 35-51.

García Porras, A., C. Duckworth, K. Welham, D. Govantes-Edwards, D. Pitman, J. M. Ríos, L. Martín Ramos, M. Alonso Valladares y A. Velo Gala. 2016. *Informe preliminar de la intervención arqueológica en El Secano de la Alhambra. Las actividades artesanales con aplicación de pirotecnologías en la madina de la Alhambra*. Informe de excavación inédito.

García Porras, A., C. Duckworth, K. Welham, D. Govantes-Edwards, D. Pitman, J. M. Ríos, L. Martín Ramos, M. Alonso Valladares y A. Velo Gala. 2017. *Informe preliminar de la intervención arqueológica en El Secano de la Alhambra. Las actividades artesanales con aplicación de pirotecnologías en la madina de la Alhambra*. Informe de excavación inédito.

García Romero, J. 2012. *El papel de la minería y la metalurgia en la Córdoba Romana*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Granada.

García Sandoval, J. 2009. *Luces de Sefarad. El resplandor de las lámparas de vidrio de la sinagoga de Lorca. Estudio tipológico*. Murcia: Museo de Bellas Artes de Murcia.

García Sanjuán, A. 1997. "La organización de los oficios en al-Andalus a través de los manuales de *hisba*". *Historia, Instituciones, Documentos* 24: 201-33.

García Sanjuán, A. 2001. "La traducción de fuentes árabes andalusíes al castellano: balance y valoración". *Medievalismo* 11: 107-22.

García Sanjuán, A. 2013. *La conquista islámica de la Península Ibérica y la tergiversación del pasado. Del catastrofismo al negacionismo*. Madrid: Marcial Pons.

García Sanjuán, A. 2017. "Al-Andalus en la historiografía nacionalcatólica española: Claudio Sánchez Albornoz". *eHumanista* 37: 305-28.

García-Vallés, M., A. M. Puig, D. Gimeno y M. Aulinas. 2009. "Archaeological glass from the Ciutadella de Roses site (Empordà, Girona, NE Spain): chemical characterisation". *Geophysical Research Abstracts* 14: 1-2.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	543/807





- García Vargas, E. 2011. "Oriental trade in the Iberian Peninsula during Late Antiquity (4<sup>th</sup>-7<sup>th</sup> centuries AD): an archaeological perspective". En D. Hernández (ed) *New Perspectives on Late Antiquity*. Newcastle Upon Tyne: Cambridge Scholars: 76-117.
- García Vargas, E. 2019. "La arqueología de la producción. Pasado, presente ¿y futuro?". En E. Sánchez y M. Bustamante (eds) *Arqueología Romana de la Península Ibérica*. Granada: Editorial Universidad de Granada: 515-27.
- Gasparetto, A. 1967. "A proposito dell'officina vetraria torcellana. Forni e sistemi di fusioni antichi". *Journal of Glass Studies* 9: 54.
- Giertz, W. y S. Ristow. 2013. "Goldtessellae und Fensterglas: Neue Untersuchungen zur Herstellung und Nutzung von Glas im Bereich der karolingerzeitlichen Pfalz Aachen". *Antike Welt* 5: 59-66.
- Girón-Pascual, R. M. 2018. "Cenizas, cristal y jabón. El comercio de la barrilla y sus derivados entre España e Italia a finales del siglo XVI (1560-1610)". *eHumanista* 38: 215-32.
- Glick, T. F. 1979. *Islamic and Christian Spain in the Early Middle Ages*. Leiden: Brill.
- Goitein, S. D. 1960. "The Documents of the Cairo Geniza as a Source for Mediterranean Social History". *Journal of the American Oriental Society* 80: 91-100.
- Goitein, S. D. 1999. *A Mediterranean Society. An abridgment in one volume*. (Revised and edited by Jacob Lassner). Berkeley: University of California Press.
- Gómez Moreno, M. 1988. *Guía de Granada*. Granada: Universidad de Granada.
- Gómez de la Torre, A. 2017. *El vidrio en la submeseta sur en época visigoda, siglos VI y VII. Tipología, producción y uso en ámbitos urbano y rural*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Alcalá de Henares.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	544/807



- Gómez-Tubío, B., M. A. Ontalba, I. Ortega-Feliu, M. A. Respaldiza, F. Amores y D. González-Acuña. 2006. "PIXE-PIGE analysis of late Roman glass fragments". *Nuclear Instrument and Methods in Physics Research B* 249: 616-621.
- González Arce, J. 1989. "Cuadernos de ordenanzas y otros documentos sevillanos del reinado de Alfonso X". *Historia. Instituciones. Documentos* 16: 103-32.
- González García, F, M. González Rodríguez, C. González Vílchez y A. Vallejo Triano. 1992. "Estudio arqueométrico de algunas cerámicas medievales de Madinat al-Zahra". *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio* 31: 491-8.
- González Pascual, M. 2014. "La puesta en valor de un conjunto de fragmentos de arco decorados con yeserías islámicas hallado en el antiguo convento de Santa Fe de Toledo". *Informes y Trabajos* 10: 195-226.
- González Tascón, I. 2008. "Las vías terrestres y marítimas en la España medieval". En P. Navascués Palacio (ed) *Ars Mechanicae. Ingeniería medieval en España*. Madrid: Ministerio de Fomento: 33-67.
- Goody, J. 1986. *The Logic of Writing and the Organisation of Society*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gorin-Rosen, Y. 1993. "Hadera, Bet Eli'Ezer". *Excavations and Surveys in Israel* 13: 42-3.
- Gorman, J. 2013. "The Limits of Historiographical Choice in Temporal Distinctions". En B. Bevernage y C. Lorenz (eds) *Beaking up time – Negotiating the Borders between Present, Past and Future*. Gotinga: Vandenhoeck & Ruprecht: 155-175.
- Gosden, C. 1994. *Social Being and Time*. Oxford: Blackwell.
- Govantes-Edwards, D. 2007. "Las limitaciones del estudio de la economía Antigua desde el aparato teórico de la ciencia económica ortodoxa". En F. Guzmán (ed) *Perdona Nuestras Deudas*. Sevilla: Padilla Libros: 9-38.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	545/807



- Govantes-Edwards, D. 2017. "AHG Grant Report: Two new glass furnaces in Spain".  
*Glass News* 41: 8-10.
- Govantes-Edwards, D. En prensa "Politics and the history of al-Andalus". En D.  
Govantes-Edwards (ed) *Archaeology, Politics and Islamicate Cultural Heritage  
in Europe*. Londres: Equinox.
- Govantes-Edwards, D., C. Duckworth y R. Córdoba de la Llave. 2016. "Recipes and  
experimentation: the transmission of glassmaking techniques in Medieval  
Iberia". *Journal of Medieval Iberian Studies* 8: 176-95.
- Govantes-Edwards, D., C. Duckworth, R. Córdoba, L. Aparicio y C. Camacho. 2014. "El  
vidrio andalusí y su composición química: primeros resultados y posibilidades  
de estudio". *Boletín de Arqueología Medieval* 18: 31-49.
- Govantes-Edwards, D. y C. Duckworth. 2019. "Horno de vidrio". En J. M. Noguera  
Celdrán, A. Cánovas Alcaraz, M. J. Madrid Balanza y I. Martínez Peris (eds)  
*Santuario de Isis y Serapis (Ínsula II)*. Molinete/Cartagena. Cartagena:  
Cartagena Puerto de Culturas: 122.
- Govantes-Edwards, D., A. Gómez de la Torre, C. Duckworth y L. Olmo. 2020. "Smoke  
signals: the social dimension of glass production in Visigothic Iberia". En A.  
Hodgkinson y C. Lelek Tvetmarken (eds.), *Approaches in the Analysis of  
Production at Archaeological Sites*. Oxford: Archaeopress: 50-64.
- Govantes-Edwards, D. y C. Duckworth. En prensa. "Revisiting 'al-Mulk': power, crafts  
and the palatine city of Madinat al-Zahra". En A. García Porras y L. Martín  
Ramos (ed) *Actas del Congreso Manifestaciones materiales del poder en al-  
Andalus*. Granada: Editorial Universidad de Granada.
- Grañeda, P. 1998. "Los lingotes andalusíes de plata de Hornachuelos. Métodos de  
fabricación". *Qurtuba* 3: 68-80.

- Grañeda, P. 1999. "Minería argentífera andalusí en la provincial de Córdoba: hallazgos cerámicos" *Simposio Sobre patrimonio geológico y minero. Tomo II*. Bélmez: Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero: 102-6.
- Grattan, J. P., J. H. Waller y D. D. Gilbertson. 2014. "The geoarchaeology of 'waste heaps' from the ancient mining and beneficiation of copper-rich ores in the Wadi Khalid in southern Jordan". *Journal of Archaeological Science* 40: 428-33.
- Gratuze, B. y J-N. Barrandon. 1989. "Caractérisation par des methods d'analysis nucléaires de la technologie defabrication des poids monétaires et estampilles islamiques en verre". En *Technique et science, les arts du verre; actes du colloque de Namur*. Namur: Facultes Universitaires Notre Dame de la Paix: 39-55.
- Gratuze, B. y J-N. Barrandon. 1990. "Islamic glass weights and stamps: analysis using nuclear techniques" *Archaeometry* 32: 155-62.
- Green, L. R. y F. A. Hart. 1987. "Colour and Chemical Composition in Ancient Glass: An Examination of some roman and wealden glass by means of ultraviolet-visible-infra-red spectrometry and electro microprobe analysis". *Journal of Archaeological Science* 14: 271-82.
- Grose, D. F. 1989. *Early Ancient Glass: Core-Formed, Rod Formed and Cast Vessels and Objects from the Late Bronze Age to the Early Roman Empire, 1600 BC to AD 50*. Nueva York: Hudson Hill Press.
- Grünewald, M. y S. Hartmann. 2014. "Glass workshops in northern Gaul and the Rhineland in the first millennium AD as hints of a changing land use – including some results of the chemical analyses of glass from Mayen". En D. Keller, J. Price y C. Jackson (eds) *Neighbours and Successors of Rome. Traditions of glass production and use in Europe and the Middle East in the later first millennium AD*. Oxford: Oxbow Books: 43-57.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM</a>	Página	547/807



- Gudenrath, B. 2001. "A Survey of Islamic Glassworking and Glass-Decorating Techniques". En S. Carboni y D. Whitehouse (eds) *Glass of the Sultans*. Nueva York: The Metropolitan Museum of Art: 44-67.
- Guichard, P. 1979. "Animation maritime et développement urbain des côtes de l'Europe occidentale et du Languedoc au X<sup>e</sup> siècle" En A. Guerreau (ed) *Occident et Orient au X<sup>e</sup> siècle. Actes du IX<sup>e</sup> Congrès de la Société des Historiens Médiévistes de l'Enseignement Supérieur Public (Dijon, 2-4 Jun 1978)*. París: Société les Belles Lettres: 187-201.
- Guidols, J. 1936. *Els vidres catalans*. Barcelona: Alpha.
- Guillén, J y F. Argudo. 2003. *Epigramas de Marco Valerio Marcial*. Zaragoza: Institución Fernando el Católico.
- Gutiérrez Lloret. 1996. *La Cora de Tudmīr. De la Antigüedad Tardía al Mundo Islámico. Poblamiento y cultura material*. Madrid y Alicante: Casa de Velázquez y Diputación Provincial de Alicante.
- Hanks, B. 2013. "Editorial IANSA 1/2013. Notes from the Field". *Interdisciplinaria Archaeologica. Natural Sciences in Archaeology*. 1/2013: 3-5.
- Harris, A. 2004. "Shops, retailing and the local economy in the Early Byzantine world: the example of Sardis". En K. Dark (ed) *Secular buildings and the Archaeology of Everyday Life in the Byzantine Empire*. Oxford: Oxbow Books: 82-122.
- Harrison, G. W. M. 1987. "Martian 1.41: sulphur and glass". *Classical Quarterly* 37: 203-7.
- Hawthorne, J. G. y C. Stanley Smith. 1979. *Theophilus. On Divers Arts. The Foremost Medieval Treatise on Painting, Glassmaking and Metalwork*. Nueva York: Dover.
- Hayes, J. 1975. *Roman and pre-Roman Glass in the Royal Ontario Museum*. Ontario: Royal Ontario Museum.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	548/807



- Hayes, K. 2013. "Parameters in the use of pXRF for archaeological site prospection: a case study at the Reaume Fort Site, Central Minnesota". *Journal of Archaeological Science* 40: 3193-211.
- Hegel, G. W. F. 2005 [1837]. *Lecciones sobre la Filosofía de la Historia Universal*. Madrid: Tecnos.
- Heidegger, M. 1996 [1927] *Being and Time*. Albany: State University of New York.
- Henderson, J. 1985. "The raw materials of early glass production" *Oxford Journal of Archaeology* 4: 267-91.
- Henderson, J. 1988. "Electron probe microanalysis of mixed-alkali glasses". *Archaeometry* 30: 77-91.
- Henderson, J. 2012. *Ancient Glass. An Interdisciplinary Exploration*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Henderson, J., S. D. McLoughlin y D. S. McPhail. 2004. "Radical changes in Islamic glass technology: evidence for conservatism and experimentation with new glass réciipes from early and middle Islamic raqqa, Syria". *Archaeometry* 46: 439-68.
- Henderson, J., K. D. Challis, S. O'Hara y A. Gardner. 2005. "Experiment and innovation: Early Islamic industry at al-Raqqa, Syria". *Antiquity* 79: 130-45.
- Henderson, J., J. A. Evans, H. Sloane, M. Leng y C. Doherty. 2005. "The use of oxygen, strontium and lead isotopes to provenance ancient glasses in the Middle East". *Journal of Archaeological Science* 32: 665-73.
- Henderson, J., J. A. Evans y K. Nikita. 2010. "Isotopic evidence for the primary production, provenance and trade of Late Bronze Age glass in the Mediterranean". *Mediterranean Archaeology and Archaeometry* 10: 1-24.
- Hernández González, M. I. 1998. "Suma de inventarios de bibliotecas del siglo XVI (1501-1560)". En M. L. López Vidriero y P. M. Cátedra (eds). *El libro antiguo*

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	549/807



*español IV. Coleccionismo y Bibliotecas (Siglos XV-XVIII).* Salamanca: Ediciones  
Universidad de Salamanca: 375-446.

Hernández Sousa, J. M. 2014. "El urbanismo islámico en la Sevilla medieval:  
transformaciones e impacto de los talleres alfareros. Una aproximación al  
estudio de los hornos cerámicos andalusíes". *Revista de Historia Autónoma* 4:  
63-82.

Heseltine, M. W. H. D. Rouse y E. H. Warmington. 1913. *Satyricon*. Loeb Classical  
Library. New Ed. / Revised by E.H. Warmington. (ed). Cambridge, MA: Harvard  
University Press.

Hess, C. 2004. "Brilliant achievements: the journey of Islamic glass and glazed ceramics  
to Renaissance Italy" En C. Hess (ed) *The Arts of Fire. Islamic Influences on  
Glass and Ceramics of the Italian Renaissance*. Los Angeles: The J. Paul Getty  
Museum: 1-34.

Hill, R. "The Literature of Arabic Alchemy". En M. J. L Young, E. D. Lathan y R. B.  
Serjeant (eds) *Religion, Learning and Science in the 'Abbasid Period*.  
Cambridge: Cambridge University Press: 328-41.

Historic England. 2018. *Archaeological Evidence for Glassworking: Guidelines for  
Recovering, Analysing and Interpreting Evidence*. Swindon: Historic England.

Hobsbawm, E. 1981. "Looking forward: history and the future". *New Left Review* 125:  
3-19.

Hobsbawm, E. 1997. *On History*. Londres: Abacus.

Hodder, I. 2012. *Entangled. An Archaeology of the Relationship Between Humans and  
Things*. Chichester: Wiley.

Hodges, R, 2012. *Dark Age Economics. A New Audit*. Londres: Bloomsbury.

Hodges, R. y D. Whitehouse. 1983. *Mohammed, Charlemagne and the Origins of  
Europe. Archaeology and the Pirenne thesis*. Londres: Duckworth.

- Hogdson, M. 1975. *The Venture of Islam. Conscience and History in a World Civilization*. 3 Vols. Chicago: University of Chicago Press.
- Hoover, H. y Hoover, L. H. (trans). 1950. *Georgius Agricola. De Re Metallica*. Nueva York: Dover.
- Hosler, D. 1995. "Sound, color and meaning in the metallurgy of Ancient West Mexico". *World Archaeology* 27: 100-15.
- Huarte, R. y M. A. Tabales. 1997. "Necrópolis romana de incineración en el sector nororiental de Sevilla. Intervención arqueológica en c/Matahacas 9-11". *Anuario Arqueológico de Andalucía* 1997: 453-68.
- Hughes, T. P. 1987. "The Evolution of Large Technological Systems". En W. E. Bijker, T. P. Hughes y T. Pinch (eds) *The Social Construction of technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology*. Cambridge y Londres: The MIT Press: 45-76.
- Husserl, E. 2000 [1900]. *Logical Investigations*. Londres: Routledge.
- Iglesias, J. 2006. "Avaliación patrimonial da Unidade de Actuación I-06. Rosalía de Castro 2 (Fase II), Vigo". *Actuacións Arqueolóxicas Preventivas* 2006: 154-5.
- Iglesias, J. 2007. "Avaliación arqueolóxica das parcelas 6, 10, 6 anexo e 3 anexo da Unidade de Actuación I-06, Rosalía de Castro II, Vigo". *Actuacións Arqueolóxicas Preventivas* 2007: 174-5.
- Ingold, T. 1993. "The temporality of Landscape". *World Archaeology* 25 : 152-74.
- Ingold, T. 2000. *The Perception of the Environment. Essays on Livelihood, Dwelling and Skill*. Londres y Nueva York: Routledge.
- Insoll, T. 1999. *The Archaeology of Islam*. Oxford: Blackwell.
- Isings, C. 1957. *Roman Glass from Dated Sites*. Groninga: Wolters.
- Izquierdo, R. 1994. "La arqueología medieval en España: antecedentes y estado actual". *Arqueología y Territorio Medieval* 1: 119-28.


Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	551/807





- Jacoby, D. 1993. "Raw materials for the glass industries of Venice and the Terraferma about 1370 – about 1460". *Journal of Glass Studies* 35: 65-90.
- Jackson, C. M. 2005. "Glass making in Bronze Age Egypt". *Science* 308: 1750-2.
- Jackson, C. M. y E. C. Wager. 2008. *Vitreous Materials in the Late Bronze Age Aegean*. Oxford: Oxbow.
- Jiménez, A. M. 1995. "Consideraciones sobre la trama social de la Hispania temprano visigoda". *Pyrenae* 26: 189-98.
- Jiménez, P. Sin fecha. *Excavación arqueológica del Casón de Puxmarina (Murcia)*. Cuaderno de campo inédito.
- Jiménez, P. 2000. "El vidrio andalusí en Murcia". En P. Cressier (ed) *El vidrio en al-Andalus*. Madrid: Casa de Velázquez: 116-48.
- Jiménez, P. 2006. "Talleres, técnicas y producciones de vidrio en al-Andalus". En E Rontomé (ed) *Vidrio islámico en al-Andalus*. Cuenca: Real Fábrica de Cristales de la Granja: 51-70.
- Jiménez, P. 2013. *Murcia. De la antigüedad al islam*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Granada.
- Jiménez, P., J. Navarro y J. Thiriot. 1998. "Taller de vidrio y casas Andalusíes en Murcia. La excavación arqueológica del Casón de Puxmarina". *Memorias de Arqueología* 13: 419-58.
- Jiménez, P., F. Muñoz y J. Thiriot. 2000. "Les ateliers urbains de verrier de Murcia au XII<sup>e</sup> siècle (c. Puxmarina et pl. Belluga)" En P. Pétrequin, P. Fluzin, J. Thiriot y P. Benoit (eds). Antibes. APDCA: 433-52.
- Jiménez, P. y M. Pérez. 2005. *Memoria de la excavación arqueológica en la c/Pascual N° 10 (Murcia)*. Informe de excavación inédito.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	552/807



- Jiménez-Camino, R. 2002. *Informe preliminary: intervención arqueológica de urgencia en el solar de la Calle San Antonio, nº 21, Algeciras (Cádiz)*. Informe de excavación inédito.
- Jiménez-Camino, R. 2007. *Informe arqueológico del solar de la calle Dr. Flemming 6, de Algeciras*. Informe de Excavación Inédito.
- Jiménez-Camino, R. 2015. *Actividad arqueológica urgente en el cerramiento oriental del Parque de las Acacias (Algeciras). La factoría de salazón, la necropolis tardorromana y el cementerio medieval*. Informe de excavación inédito.
- Jiménez-Camino, R. y D. Bernal. 2009. "Novedades de la *Traducta* paleobizantina. La secuencia del siglo VII de la calle Dr. Flemming," 6. *Almoraima* 39: 283-312.
- Jones, A. M. 2015. "Assemblages, relationality and recursivity. Commentary to Gavin Lucas's 'Archaeology and Contemporaneity'". *Archaeological Dialogues* 22.
- Jones, S. 1997. *The Archaeology of Ethnicity. Constructing identities in the past and present*. Londres: Routledge.
- Jorge García Reyes, C. y A. Limpo y Llofriu. 1986. "La manufactura del vidrio en la comarca de San Martín de Valdeiglesias". *Narria* 43: 29-52.
- Juárez Valero, J. 2012. "El negocio del vidrio en la Península Ibérica medieval." *Mirabilia* 15: 227-49.
- Juárez, E. 2013. "El modo catalán de negocio del vidrio a finales del medievo". *Anales de Historia Antigua, Medieval y Moderna* 47: 89-118.
- Kaczmarczyk, A. y R. E. M. Hedges. 1983. *Ancient Egyptian faience: an analytical survey of Egyptian faience from Predynastic to Roman times*. Warminster: Aris and Phillips.
- Kant, I. 1998 [1788] *Crítica de la razón práctica*. Salamanca: Sígueme.

- Keller, D. 2005. "Social and economic aspects of glass recycling". In B. Bruhn, D. Croxford y D. Grigoropoulos (eds). *TRAC 2004: Proceedings of the Fourteenth Annual Theoretical Roman Archaeology Conference*. Oxford: Oxbow: 65-7.
- Kennedy, H. 1985. "From *Polis* to *Madina*: urban change in late antique and early Islamic Syria". *Past and Present* 106: 3-27.
- Kennedy, H. 1996. *Muslim Spain and Portugal. A political history of al-Andalus*. Londres: Routledge.
- Khalil, I. y J. Henderson. 2011. "An interim report on new evidence for early Islamic glass production at al-Raqqa, northern Syria". *Journal of Glass Studies* 53: 237-42.
- Kirchner, H. 2002. *La ceramic de Yabîsa (Eivissa). Estudi del fons de ceramic del Museu Arqueològic d'Eivissa I Formentera*. Ibiza: Museu Arqueològic d'Eivissa.
- Kirchner, H. 2009. "Cerámicas andalusíes a torneta en Ibiza (Baleares). Un indicador del proceso de migración y colonización". En M. A. Hervás, M. Retuerce, A. de Juan y J. Zozaya (eds) *Actas del VIII Congreso Internacional de Cerámica Medieval en el Mediterráneo*. Ciudad Real: Asociación Española de Arqueología Medieval: 419-7.
- Kirchner, H. 2019. "Water Management and Irrigation in Medieval Societies; An Overview". En M. T. Abate (ed) *Convivencia and Medieval Spain. Essays in Honour of Thomas F. Glick*. Cham: Palgrave Macmillan: 65-98.
- Komaroff, L. 2004. "Color, Precious Metal, and Fire: Islamic Ceramics and Glass" En C. Hess (ed) *The Arts of Fire. Islamic Influences on Glass and Ceramics of the Italian Renaissance*. Los Angeles: The J. Paul Getty Museum: 35-50.
- Kozatsas, J. 2020. *The Dialectic of Practice and the Logical Structure of the Tool. Philosophy, Archaeology and the Anthropology of Technology*. Oxford. Archaeopress.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	554/807



- Koselleck, R. 2004. *Futures Past: on the Semantics of Historical Time*. Nueva York: Columbia University Press: 39.
- Kuhn, T. 1996 [1962]. *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Labarta, A. y C. Barceló. 1987. "Las fuentes árabes de al- Zahrā: estado de la cuestión". *Cuadernos de Madīnat al-Zahrā* 1: 93-106.
- Lacueva Muñoz, J. 2016. *Comerciantes de Sevilla. Regesto de Documentos Notariales del Fondo Enrique Otte*. 4 Vols. Valparaíso: Instituto de Historia y Ciencias Sociales. Universidad de Valparaíso.
- Lang, J. y J. Price. 1975. "Iron Tubes from a Late Roman Glassmaking Site at Mérida (Badajoz), in Spain". *Journal of Archaeological Science* 2: 289-96.
- La Niece, S., R. Ward, D. Hook y P. Craddock. 2012. "Medieval Islamic Copper Alloys". En P. Jett, B. McCarthy y J. G. Douglas (eds) *Scientific Research on Ancient Asian Metallurgy: Proceedings of the Fifth Forbes Symposium at the Freer Gallery of Art*. Londres: Archetype: 248-54.
- Lara Vives, G., J. García Guardiola, E. López Seguí, C. Rizo Antón y M. D. Sánchez de Prado. 2007. "Nuevas evidencias de la ocupación de Benalua (Alicante) durante los siglos VI-VII d. C.". *MARQ. Arqueología y Museos* 2: 49-81.
- Larsson, K. A. 2019. "Cheap, fast, good: the Roman glassblowing revolution reconsidered". *Journal of Roman Studies*: 7-22.
- Latour, B. 1990. "Technology is society made durable". *The Sociological Review* 38: 103-31.
- Latour, B. 1993. *We have never been modern*. Cambridge, Ma: Cambridge University Press.
- Latour, B. 2004. "Why has Critique Run out of Steam? From Matters of Fact to Matters of Concern". *Critical Enquiry* 30: 225-48.


- Latour, B. 2005. *Reassembling the Social. An Introduction to Actor-Network-Theory*. Oxford: Oxford University Press.
- Law, J. 1987. "Technology and Heterogeneous Engineering: The Case of Portuguese Expansion". En W. E. Bijker, T. P. Hughes y T. Pinch (eds) *The Social Construction of technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology*. Cambridge y Londres: The MIT Press: 105-27.
- Lazar, I. 2006. "An oil lamp from Slovenia depicting a Roman glass furnace". *Vjesnik za arheologiju i povijest dalmatinsku* 99: 227-34.
- Leonne, A. 2003. "Topographies of production in North African cities during the Vandal and Byzantine periods". En L. Lavan y W. Bowden (eds) *Theory and Practice in Late Antique Archaeology*. Boston: Brill: 257-87.
- Leroi-Gourham, A. 1943. *Evolution et techniques: L'homme et la matière*. París: Albin Michel.
- Leroi-Gourham, A. 1945. *Evolution et techniques: Milieu et techniques*. París: Albin Michel.
- Levi-Provençal, E. y E. García Gómez. 1950. *Una crónica anónima de 'Abd al-Raḥmān III al-Nāsir*. Madrid y Granada: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Levi-Provençal, E. y E. García Gómez. 1992. *Sevilla a comienzos del siglo XII. El tratado de Ibn Habdun*. Sevilla: Ayuntamiento de Sevilla.
- Lewis, A. 1978. *The Northern Seas. Shipping and Commerce in Northern Europe AD 300-1100*. Nueva York: Octagon Books.
- Lex, L. 1900. "Projet d'établissement d'une fabrique de verres de Venise a Macon, en 1583". *Annales de l'Académie de Mácon: société des arts, sciences, belles-lettres et d'agriculture* (1900): 250-54.
- Ligia, R., y M. F. Palma. 2010. "Os vidros islâmicos de Mertola (séculos XI-XIII): técnicas decorativas". *Arqueologia medieval* 11: 69-77.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	556/807



- Llompart, G. 1982. "Plata medieval mallorquina". *Bolletí de la Societat Arqueològica Lul·liana* 39: 51-91.
- Long, P. 1991. "The Openness of Knowledge: An Ideal and Its Context in 16<sup>th</sup>-century Writings on Mining and Metallurgy". *Technology and Culture* 32: 315-55.
- López Chamizo, S., P. Sánchez Bandera y A. Cumpián. 2004. "Excavación arqueológica preventiva en la parcela UE-14. Málaga, Perchel Norte". *Anuario Arqueológico de Andalucía* 2004.1: 2569-76.
- López Cuervo, S. 1985. *Medina – Az-Zahra. Ingeniería y formas*. Madrid: Servicio de Publicaciones del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.
- López Márcos, A., A. Caballero Cobos y C. López Pertíñez. 1998. "Excavación arqueológica de urgencia en la Calle Horno del Vidrio 16 (Granada)". *Anuario Arqueológico de Andalucía* 1998: 275-86.
- López Rider, J. 2018. "The vegetal landscape of the southwest of Cordoba: a sample of the natural environment of Andalusia in the Late Middle Ages". *Journal of Iberian Medieval Studies* 10: 364-84.
- Löwith, K. 1949. *Meaning in history*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Lucas, G. 2005. *The Archaeology of Time*. Londres: Routledge.
- Lucas, G. 2006. "Historical archaeology and time". En D. Hicks y M. C. Beaudry (eds) *The Cambridge Companion to Historical Archaeology*. Cambridge: Cambridge University Press: 34-47.
- Lucas, G. 2012. *Understanding the Archaeological Record*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Macías, J., A. Ribera y M. Rosselló. 2017. *Informe preliminar. Zona arqueològica "València la Vella", Riba-Roja de Túria*. Informe de excavación inédito.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	557/807



- Macías, J., A. Ribera y M. Rosselló. 2018. *Informe preliminar 2ª Campaña. Zona arqueológica "València la Vella", Riba-Roja de Túria*. Informe de excavación inédito.
- Maillo Salgado, F. 1995. "El palacio islámico: De la dār al-imāra a la ciudad palatina". En *XXII Semana de Estudios Medievales. Tecnología y sociedad: las grandes obras públicas en la Europa Medieval*. Estella: Gobierno de Navarra: 327-62.
- Malalana, A. y O. Lora. 2013. "Catálogo de un ajuar de brazaletes de vidrio de época nazarí (siglo XIII) perteneciente a los conjuntos funerarios de la calle Mendivil (Málaga). *Revista Portuguesa de Arqueología* 17: 245-61.
- Malinowski, B. 1960. *A Scientific Theory of Culture*. Nueva York: Oxford University Press.
- Malpica, A. 2002. *La Alhambra de Granada. Un estudio arqueológico*. Granada: Universidad de Granada.
- Malpica Cuello, A. 2004. "La Alhambra. Arqueología e Historia." <http://www.arqueologiamedieval.com/articulos/51/la-alhambra-arqueologia-e-historia>.
- Malpica, A. 2007. *La Alhambra. Ciudad Palatina Nazarí*. Málaga: Sarriá.
- Malpica Cuello, A. 2013. "Torres Balbás y la arqueología". En G. Ruiz Cabrero, A. Muñoz Cosme y A. Sánchez del Barrio (eds) *Leopoldo Torres Balbás y la restauración científica*. Sevilla: Patronato de la Alhambra y el Generalife. Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico: 361-78.
- Malpica, A., y A. García Porras. 2011. "Los últimos 25 años de arqueología medieval en Andalucía". *Boletín de Arqueología Medieval* 15: 25-45.
- Mann, V. B. 2013. "The Unknown Jewish artists of Medieval Iberia". En J. Ray (ed) *The Jew in Medieval Iberia: 1100-1500*. Boston: Academic Studies Press: 138-75.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	558/807



- Mannoni, T. 1972. "A medieval glasshouse in the Genoese Apennines, Italy". *Medieval Archaeology* 16: 143-5.
- Manzano, E. 2018. "Entre hechos y artefactos". Interpretaciones históricas y arqueología en al-Andalus" Disponible en: [https://www.academia.edu/37828012/Entre hechos y artefactos. Interpretaciones hist%C3%B3ricas y arqueolog%C3%ADa en al-Andalus](https://www.academia.edu/37828012/Entre_hechos_y_artefactos._Interpretaciones_hist%C3%B3ricas_y_arqueolog%C3%ADa_en_al-Andalus).
- Marcos, F. J. y M. S. Estremera. 2010-2012. "El horno tardorromano de vidrio del antiguo Convento de los Padres Paúles (Ávila): Producciones". *Sautuola* XVI-XVII: 179-86.
- Marcos, F. J., F. J. Moreda y R. Serrano. 2011-2012. "Palacio de los Águila (Ávila): un testar en la producción del horno de vidrio del convento de los padres Paúles". *BSAA Arqueología* LXXVVII-LXXVIII: 291-334.
- Marineto, P. y I. Cambil. 2006. "Catálogo. Vidrio decorado con aplicaciones, nº 73-74. En En E Rontomé (ed) *Vidrio islámico en al-Andalus*. Cuenca: Real Fábrica de Cristales de la Granja: 139.
- Marín Guzmán, R. 2004. "Las fuentes árabes para la reconstrucción de la historia social de la España musulmana. Estudio y clasificación" *Estudios de Asia y África* 39: 513-72.
- Marwick, A. 2001. *The New Nature of History. Knowledge, Evidence, Language*. Nueva York: Palgrave MacMillan.
- Marriekurrena, S. 1999. "Puertos y comercio marítimo en la España visigoda". *POLIS* 11: 135-60.
- Martín, J. M. 2010. "La minería medieval en Andalucía oriental" En A. Pérez (ed) *Estudios de minería medieval en Andalucía*. Huelva: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva: 109-30.
- Martins, M., L. Fontes, L., C. Braga, J. Braga, F. Magalhães, y J. Sendas, 2010. *Trabajos Arqueológicos da U. A. U. M*. Informe de excavación inédito.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	559/807





- Martínez, S. Sin fecha. *Proyecto integral de investigación arqueológica en la muralla de Ávila. Puerta y Parque de San Vicente*. Informe de excavación inédito.
- Martínez, S., J. I. Murillo y I. Sastre. 2004. "Vidrios Romanos del Parque de San Vicente (Ávila). Aproximación al estudio de materiales". En A. Fuentes (ed) *I Jornadas sobre El vidrio en la España Romana*. Cuenca: 427-9.
- Martínez Enamorado, V. 2003. *Al-Andalus desde la periferia. La formación de una sociedad musulmana en tierras malagueñas (siglos VIII-X)*. Málaga: Diputación de Málaga.
- Martínez Jiménez, J., I. Sastre de Diego y C. Tejerizo García. 2018. *The Iberian Peninsula Between 300 and 850. An archaeological perspective*. Ámsterdam: Amsterdam University Press.
- Martínez Lorca, A. *Maestros de Occidente. Estudios sobre el pensamiento andalusí*. Madrid: Trotta.
- Martinón-Torres, M. 2008. "Why Should Archaeologists Take History and Science Seriously?" En M. Martinón-Torres y T. Rehren (eds) *Archaeology, History and Science. Integrating Approaches to Ancient Materials*. Walnut Creek: Left Coast Press: 15-36.
- Martorelli, R. 1999. "Riflessioni sulle attività produttive nell'età tardoantica ed altomedievale: esiste un artigianato 'ecclesiastico'?" *Rivista di Archeologia Cristiana* LXXV: 571-96.
- Marx, L. 1964. *The Machine in the Garden. Technology and the Pastoral Ideal in America*. Oxford: London University Press.
- Mason, R. B. 2004. *Shine like the sun*. Toronto: Royal Ontario Museum.
- Mason, R. B. y M. S. Tite. 1994. "The beginnings of Islamic stonepaste technology". *Archaeometry* 36: 77-91.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	560/807



- Mason, R. B. y M. S. Tite, M. S. 1997. "The beginnings of the tin-opacification of pottery glazes" *Archaeometry* 39: 41-58.
- Mazadiego Martínez, L. F., O. Puche Riart, L. Canoura López y J. F. Llamas. 2006. "Los hornos de vidrio de Ramón Sáez en Cadalso de los Vidrios (Madrid)". *De Re Metallica* 6-7: 68.
- McCormick, M. 2001. *The Origins of the European Economy. Communications and Commerce, A. D. 300-900*. Cambridge: Cambridge University Press.
- McCormick, M. 2003. "Complexity, chronology and context in the early medieval economy". *Early Medieval Europe* 12: 307-23.
- McGlade, J. y S. E. van der Leeuw. 1997. "Introduction: Archaeology and non-linear dynamics – new approaches to long-term change". En J. McGlade y S. E. van der Leeuw (eds) *Time, Process and Structured Transformation in Archaeology*. Londres: Routledge: 1-31.
- McSweeney, A. En prensa. "Rethinking the borders of Islamic art: Paterna ceramics from the 14th century to today". En D. Govantes-Edwards (ed) *Archaeology, Politics and Islamicate Cultural Heritage in Europe*. Londres: Equinox.
- Mecking, O. 2013. "Medieval lead glass in central Europe". *Archaeometry* 55: 640-62.
- Medici, T. "The Glass Finds from Rua De Judiaria, Almada, Portugal (12<sup>th</sup>-19<sup>th</sup> Century)". *Revista Portuguesa de Arqueologia* 8: 535-69.
- Menéndez Pidal, G. 1986. *La España del siglo XIII leída en imágenes*. Madrid: Real Academia de la Historia.
- Melero, M. 1988. "Análisis tipológico del vidrio nazarí de la Alhambra". En *Estudios dedicados a D. Jesús Bermúdez Pareja*. Granada: Asociación Cultural de Amigos del Museo Hispanomusulmán: 71-93.
- Meouak, M. 2003. "Madīnat al-Zahrā en las fuentes árabes del occidente islámico". *Cuadernos de Madīnat al-Zahrā* 5: 53-80.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	561/807



- Merrifield, M. P. 1849. *Original Treatises Dating from the XIIIth to the XVIIIth Centuries in the Arts of Painting*. Londres: John Murray.
- Milanesi, G. 1864. *Dell' Arte del Vetro Per Mosaico. Tre Trattateli dei Secoli XIV e XV*. Bolonia. Gaetano Romagnoli.
- Milwright, M. 2010. *An Introduction to Islamic Archaeology*. Edimburgo: Edinburgh University Press.
- Mirti, P., A. Lepora y L. Sagui. 2000. "Scientific analysis of Seventh-Century Glass Fragments from the Crypta Balbi in Rome". *Archaeometry* 42: 359-74.
- Mirti, P., P. Davit, M. Gulmini y L. Sagui. 2001. "Glass fragments from the Crypta Balbi in Rome: the composition of eighth-century fragments". *Archaeometry* 43: 491-502.
- Misra, M. K., K. W. Ragland, y A. J. Baker. 1993. "Wood ash composition as a function of furnace temperature". *Biomass and Bioenergy* 4: 103-16.
- Molera, J., M. Vendresll-Saz, M. García-Valles y T. Pradell (1997) "Technology and colour development of Hispano-Moresque lead-glazed pottery". *Archaeometry* 39: 23-39.
- Molera, J., T. Pradell, N. Salvadó y M. Vendrell. 2007. "Lead frits in Islamic and Hispano-Moresque glazed productions". En A. J. Shortland, I. Freestone y T. Rehren (eds) *From Mine to Microscope. Advances in the Study of Ancient Technology*. Oxford: Oxbow: 11-22.
- Morais, R. 2005: "From *Oppidum* to *Dives Bracara*: the city trade through the amphorae". En J.M<sup>a</sup> Gurt i Esparraguera; J. Buxeda i Garrigós y M.A. Cau Ontiveros (eds) *1st International Conference on Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares and amphorae in the Mediterranean: Archaeology and Archaeometry (Barcelona, 14-16 March 2002)*. Oxford: BAR International Series 1340: 1-13.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	562/807



- Morales, Padrón, F. 1989. *Historia de Sevilla. La ciudad del quinientos*. 3ª ed. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Moreira, A. 2010. *Castellum Madiae' formação e desenvolvimento de um 'aglomerado urbano secundário' no ordenamiento do povoamento romano entre Leça e Ave*. Tesis doctoral inédita. Universidad of Santiago de Compostela.
- Morel-Fatio, A. y A. Rodríguez. 1876. *Relación del viaje hecho por Felipe II en 1585 a Zaragoza, Barcelona y Valencia. Hecha por Henrique Cock*. Madrid: Aribau.
- Moreno Moreno, A. 1998. *Índices de los protocolos notariales de CórdobaL oficio 18. 1482-1495*. Granada: Ilustre Colegio notarial de Granada.
- Moretti, C. 2006. "The chemical practice of glassmakers in Renaissance recipe manuscripts: the dressing and treatment of raw materials". En K. Janssens, P. Degryse, P. Cosyins, J. Caen y L. Van't dack (eds) *Annales du 17e Congrès, AIHV*. Amberes: 351-4.
- Morin-Jean. 1922. *La verrerie en Gaule sous l'Empire Romain*. París: Sté de propagation des libres d'Art.
- Morris, I. 2001. "Hard Surfaces". En P. Cartledge, E. E. Cohen y L. Foxhall (eds) *Money, Labour and Land. Approaches to the economics of ancient Greece*. Londres: Taylor & Francis: 8-44.
- Mumford, L. 1966. *Technics and Human Development. The Myth of the Machine*. San Diego: Harvest/HNJ.
- Mundell, M. 2000. "The Commercial Map of Constantinople". *Dumbarton Oaks Papers* 54: 189-207.
- Munro, E. 2011. "Approaching Architectural Recycling in Roman and Late Roman Villas". En D. Mladenovic y B. Russell (eds). *TRAC 2010: Proceedings of the Twentieth Annual Theoretical Roman Archaeology Conference*. Oxford: Oxbow: 76-88.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	563/807



- Muñoz, F. y P. Jiménez. 1997. "Casas, hornos y muralla de la Murcia medieval, en un solar de la calle Sagasta esquina con Aistor". *Memorias de Arqueología* 12: 503-52.
- Navarro, I. 1998. *Informe preliminar de la 3a fase de la intervención arqueológica en c/Molina Lario (Málaga) (Excavación arqueológica en la Plaza del Obispo)*. Informe de Excavación Inédito.
- Navarro, J. 1991. *Una casa islámica en Murcia. Estudio de su ajuar*. Murcia: Centro de estudios árabes y arqueológicos "Ibn Arabi".
- Navarro, J. y P. Jiménez. 2007. *Siyasa. Estudio arqueológico del despoblado andalusí*. Granada: CSIC. Escuela de Estudios Árabes de Granada.
- Nenna, M. D. 2014. "Egyptian glass abroad: HIMT glass and its markets". En D. Keller, J. Price y C. Jackson (eds) *Neighbours and Successors of Rome. Traditions of glass production and use in Europe and the Middle East in the later first millennium AD*. Oxford: Oxbow Books: 177-93.
- Netton, I (ed) 2008. *Encyclopedia of Islamic Civilisation and Religion*. Londres: Routledge.
- Newman, W. R. 1997. "Art, nature and experiment among some Aristotelian alchemists". In E. Sylla y M. McVaugh (eds) *Texts and Contexts in Ancient and Medieval Science. Studies on the Occasion of John E. Murdoch's Seventieth Birthday*. Leiden: Brill: 305-17.
- Nicholson, P. T. 2007. *Brilliant Things for Akhenaten: the production of Glass, Vitreous Materials and Pottery at Amarna Site 045.1*. Londres: Egypt Exploration Society.
- Nieto Alcaide, V. 1997. "La profesión y oficio de vidriero en los siglos XV y XVI: Talleres, encargos y clientes". *Espacio, Tiempo y Forma, Serie VII. Hª del Arte* 10: 35-58.
- Noble, D. 1999. *The Religion of Technology. The Divinity of Man and the Spirit of Invention*. Londres: Penguin Books: 49.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	564/807



- Noguera, J. M., M<sup>a</sup> J Madrid Balanza; V, García, y D. Quiñonero. 2017. *Proyecto integral de recuperación y conservación del Barrio del Foro Romano. Molinete. Cartagena. Sector 2: Santuario de la Insula II. Memoria Arqueológica, Proyectos 2015-2016* (Convenio de Colaboración Excmo. Ayuntamiento de Cartagena-Fundación Repsol). Cartagena: Informe de excavación inédito.
- Nolla, J. M. 1998. "Els objectes de vidre del Puig de les Muralles (Puig Rom, Roses)". *Empúries* 51: 237-49.
- Nolte, B. 1968. *Die Gassgefäße im Altem Ägypten*. Berlin: Bruno Hessling.
- Nora, P. 1989. "Between Memory and History: Les Lieux de Mémoire". *Representations* 26: 7-24.
- North, D. 2010. *Understanding the Process of Economic Change*. Princeton: Princeton University Press.
- Northedge, A. y R. Falkner. 1986. "The 1986 Survey Season at Sāmarrā". *Iraq* 49: 143-73..
- Oliver, A. 1989. "El taller de vidre medieval de Sant Fost de Campsentelles". *Acta històrica et archaeologica mediaevalia* 10: 387-426.
- Olivier, L. 2011. *The Dark Abyss of Time. Archaeology and Memory*. Lanham: Altamira Press.
- Olmo, L. 1991. "El reino visigodo de Toledo y los territorios bizantinos. Datos sobre la heterogeneidad de la Península Ibérica". *Coloquio Hispano-Italiano de Arqueología medieval*. Granada: Patronato de la Alhambra y el Generalife: 185-98.
- Olmo, L. 2008. "Recópolis: una ciudad en una época de transformaciones". *Zona Arqueológica* 9: 41-62.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	565/807



- Olmo, L. 2009. "La Vega Baja en época visigoda: una investigación arqueológica en construcción". En M. Gallego, J. García, R. Izquierdo, J. de Juan, L. Olmo, D. Peris y R. Villa (eds) *La Vega Baja de Toledo*. Toledo: Toletum Visigodo: 69-91.
- Olmo, L. y M. Castro. 2012. "La época visigoda a través de la arqueología". En *711. Arqueología e historia entre dos mundos*. Madrid: Museo Arqueológico Regional de Madrid: 49-77.
- Olsen, B. 2012. "After interpretation: remembering archaeology". *Current Swedish Archaeology* 20: 11-34.
- Oppenheim, L. A., R. H. Brill, D. Barag y A. von Saldern (eds). 1970. *Glass and Glassmaking in Ancient Mesopotamia. An Edition of the Cuneiform Texts Which Contain Instructions for Glassmakers With a Catalogue of Surviving Objects*. Corning, Nueva York: Corning Museum of Glass.
- Ortiz, M. E. 2001. *Vidrios procedentes de la provincia de Zaragoza: el Bajo Imperio Romano*. Zaragoza: Museo de Zaragoza.
- Ortiz, M. E. 2001. "Significado y funcionalidad del vidrio antiguo" En T. Carreras y I. Domenech (eds) *I Jornades Hispàniques d'història del vidre*. Barcelona: Museu d'arqueologia de Catalunya: 19-32.
- Osborne, P. 1995. *The Politics of Time. Modernity and Avant-Garde*. Londres: Verso.
- Ostrom, E. 1990. *Governing the Commons. The Evolution of institutions for collective action*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Otte, E. 1996. *Sevilla y sus mercaderes a fines de la Edad Media*. Sevilla: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Sevilla.
- Ovejero, G. 2010. "Metales y minas de Andalucía y sur de Iberia". En A. Pérez (ed) *Estudios de minería medieval en Andalucía*. Huelva: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva: 9-30.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	566/807



- Paffgen, B. 2003. "Glaserstellung spätrömischen und frühmittel alterlicher zeit im Rheinland und dessen Nachbargebieten". En S. Felgenhauer-Schmiedt, A. Eibner y H. Knittler (eds) *Auf glasernen Spuren. Österreichische Gesellschaft Für Mittelalterarchäologie*. Wien: 9-28.
- Palomar, T., M. García-Heras, R. Sabio, J. M. Rincón y M. A. Villegas. 2012. "Composition, preservation and production technology of Augusta Emerita: Roman glasses from the first to the sixth century AD". *Mediterranean Archaeology and Archaeometry* 12: 193-211.
- Palomar, T., R. J. Díaz Hidalgo y M. Vilarigues. 2018. "Pigments, vinegar and blood: Interpretation and reproduction of glassy materials from the medieval manuscript H-490". *International Journal of Applied Glass Science* 9: 557-8.
- Paynter, S. 2008. "Experiments in the Reconstruction of Roman Wood-Fired Glassworking Furnaces: Waste Products and Their Formation Processes". *Journal of Glass Studies* 50: 289-90.
- Paynter, S. y C. Jackson. 2016. "Re-used Roman rubbish: a thousand years of recycling glass". *European Journal of postclassical studies* 6: 31-52.
- Paynter, S., S. Jennings y J. Price. 2014. "Glassworking at Whitby Abbey and Kirdale Minster in North Yorkshire". En D. Keller, J. Price and C. Jackson (eds) *Neighbours and Successors of Rome. Traditions of glass production and use in Europe and the Middle East in the later first millennium AD*. Oxford: Oxbow Books: 32-42.
- Paz, J. A. y M. Ortiz. 2004. "El vidrio romano en el valle medio del Ebro (Provincia de Zaragoza)". En A. Fuentes (ed) *Jornadas sobre El vidrio en la España Romana*. Cuenca: 127-175.
- Pearson, J. *Text, transformation and practice. Experimental experience and the archaeology of glassmaking in medieval Spain*. Tesis de máster inédita. Universidad de Newcastle.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	567/807





Peinado Santaella, R. G. 1995-6. "El repartimiento y el espacio urbano de la Alhambra, según el fallido proyecto repoblador del año 1500". *Cuadernos de la Alhambra* 31-32: 111-24.

Perea, A (ed) 2001. *El tesoro visigodo de Guarrazar*. Madrid: CSIC.

Peregrina Sánchez, María José. 2018. *Cerámica en los alfares de la Alhambra. Una aproximación desde los materiales cerámicos procedentes de la excavación "Secano de la Alhambra"* 3. Tesis de máster inédita. Universidad de Granada.

Pérez-Arantegui, J, y C. Pardos. 2008. "Lustre Recipes for Hispano-Moresque Ceramic Decoration in Muel (Aragón, Spain), or 'How Much a Little Copper Weighs'". En M. Martín-Torres y T. Rehren (eds) *Archaeology, History and Science. Integrating Approaches to Ancient Materials*. Walnut Creek: Left Coast Press: 151-66.

Pérez-Sala, M. y J. Shepherd. 2008. "The cullet dump and evidence of glass working" En N. Bateman, C. Cowan y R. Wroe-Brown (eds) *London's Roman Amphitheatre: Guildhall Yard, City of London*. Londres: Museum of London Archaeology Service: 142-6.

Persson, K. G. 2010. *An Economic History of Europe. Knowledge, institutions and growth, 600 to the present*. Cambridge: Cambridge University Press.

Pfaffenberger, B. 1992. "Social Anthropology of Technology". *Annual Review of Anthropology* 21: 491-516.

Pfaffenberger, B. 1999. "Worlds in the Making: Technological Activities and the Construction of Intersubjective Meaning". En M-A. Dobres y C. R. Hoffman (eds) *The Social Dynamics of Technology. Practice, Politics and World Views*. Washington y Londres: The Smithsonian Institute: 147-64.

Pfandl, L. 1920. "Itinerarium Hispannicum. Hieronymi Monetarii. 1494-1495" *Revue Hispanique* 48: 1-179.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	568/807



- Phelps, M, I. Freestone, Y. Gorin-Rosen y B. Gratuze. 2016 "Natron glass production and supply in late antique and early medieval Near East: the effect of the Byzantine-Islamic transition". *Journal of Archaeological Science* 75: 57-71.
- Pinch, T. J. y W. E. Bijker. 1987. "The Social Construction of facts and Artifacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other". En W. E. Bijker, T. P. Hughes y T. Pinch (eds) *The Social Construction of technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology*. Cambridge y Londres: The MIT Press: 11-44.
- Piñero Palacios, J. M., J. R. Navas Losada, J. M. Salinas Villegas y J. García Cerezo. 2008. *Memoria final de actividad arqueológica preventiva. c/Gitanos 8. Córdoba*. Informe de excavación inédito.
- Piñero Palacios, J. M. R. Rodríguez Pérez. 2019. "Nuevas aportaciones sobre el arrabal emiral de Šaqunda a propósito de los restos arqueológicos de Gitanos 8 (Córdoba)". *Anales de Arqueología Cordobesa* 30: 357-81.
- Pirenne, H. 2013 [1937] *Mohammed and Charlemagne*. Londres: The Folio Society.
- Pohl, W. 1998. "Conceptions of ethnicity in Early Medieval Studies". En L. Little y B. Rosenwein (eds) *Debating the Middle Ages: Issues and Readings*. Oxford: Blackwell: 15-24.
- Polanyi, K. 1944. *The Great Transformation. The Political and Economic Origins of Our Time*. Boston: Beacon Press.
- Polanyi, K. 1963. "Ports of Trade in Early Societies". *The Journal of Economic History* 23: 30-45.
- Pollard, M. y C. Heron. 2008. *Archaeological Chemistry*. 2<sup>nd</sup> ed. Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- Pomaro, G. 1991. *I ricettari del Fondo Palatino della Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze.: inventario*. Milán: Editrice Bibliografica.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	569/807



- Pozo, I., A. Robles y A. Porrúa. 2012. "Veinticinco años de arqueología medieval en la región de Murcia. Museos y espacios de representación cultural para las ciencias sociales". *Boletín de Arqueología Medieval* 16: 199-234.
- Pradell Cara, T., G. Molina Giralt, J. Molera Marimón y P. Marinetto. 2012. "Primeros resultados del estudio analítico de la cerámica decorada vidriada Nazari: la cerámica palatina (xx. XIV-XV)". En *Congreso Internacional Red Europea de Museos de Arte Islámico*. Granada: Red Europea de Museos de Arte Islámico: 397-418.
- Price, J. 1981. *Roman Glass in Spain*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Gales.
- Price, J. 2000. "Late Roman glass vessels in Britain and Ireland from AD 350 to 410 and beyond". *British Museum Occasional Papers* 127: 1-31.
- Price, J. 2004. "Roman glass in Spain: the western provincial context", en A. Fuentes (ed) *Jornadas sobre El vidrio en la España Romana*. Cuenca: 13-31.
- Price, J. 2004. "Romano-British and early Post-Roman glass vessels and objects". En E. Quinnel (ed) *Trethurgy. Excavations at Threthurgy Round, St. Austell: Community and Status in Roman and Post-Roman Cornwall*. Cornwall: Cornwall County Council: 85-92.
- Price, J. 2005. "Glass-working and glassworkers in cities and towns". En A. MacMahon y J. Price (eds) *Roman Working Lives and Urban Living*. Oxford: Oxbow: 167-90.
- Price, J., S. Hirst, L. Watts y M. Guido. 1992. "Glass". En P. Rahtz, A. Woodward, I. Burrow, A. Everton, L. Watts, P. Leach, S. Hirst, P. Fowler y K. Gardner (eds). *Cadbury Congressbury 1968-73. A late/post-Roman hilltop settlement in Somerset*. BAR British Series 223. Archaeopress. Oxford: 131-44.
- Puche, C. 1993. "El vidrio almohade en al-Andalus. Una primera aproximación formal". IV Congreso de Arqueología Medieval Española. Alicante: Diputación Provincial de Alicante: 929-30.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	570/807



- Puche, C. 2000. "Los vidrios islámicos de Alicante. Problemas de estudio." En P. Cressier (ed) *El vidrio en al-Andalus*. Madrid: Casa de Velázquez: 149-64.
- Puche, O. 2005. "La minería visigótica y musulmana en la Península Ibérica". *Bocamina* 16: 87-92.
- Pulak, C. 1998. "The Uluburun shipwreck: an overview". *The International Journal of Nautical Archaeology and Underwater Exploration* 27: 188-224.
- Puyol, J. 1924. "Jerónimo Münzer. Viaje por España y Portugal en los años 1494 y 1495. Conclusión". *Boletín de la Real Academia de la Historia* 84: 197-279.
- Ramis Serra, P. y Rafael Ramis Barceló. 2015. *Liber Iudiciorum. Traducción y notas*. Madrid: Boletín Oficial del Estado.
- Rasmussen, S. C. 2012. *How Glass Changed the World. The History and Chemistry of Glass from Antiquity to the 13th Century*. Nueva York: Springer.
- Real, M. L. 2000. "Portugal: cultura visigoda e cultura moçarabe". *Anejos de AEspA XXIII*: 21-75.
- Rehren, T. 2000. "Rationales in Old World base glass compositions". *Journal of Archaeological Science* 26: 1225-34.
- Rehren, T. y E. Pusch. "Late Bronze Age glass production at Qantir-Piramesses". *Science* 308: 1756-8.
- Rehren, T. y I. Freestone. 2014. "Patterns in Glass Use in the Roman and Byzantine Worlds: A Report on Current Research at the Institute of Archaeology and UCL Qatar". In *Archaeology International* 17: 74-8.
- Rehren, T, P. Connolly, N. Schibille y H. Schwarzer. 2015. "Changes in glass consumption in Pergamon (Turkey) from Hellenistic to late Byzantine and Islamic times". *Journal of Archaeological Science* 55: 266-79.
- Resnick, I. (trad). 2010. *Albertus Magnus. On the Causes of the Properties of the Elements*. Milwaukee: Marquette University Press.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	571/807




- Retamero, F. 2006. "Lo que el tamaño importa. Cuándo y por qué se modificaron los antiguos sistemas hidráulicos andalusíes". *Arqueología Espacial* 26: 293-310.
- Requejo, O. 2001. "Primera necrópolis tardía en el territorio de los *Astures Transmontani*: el yacimiento de Paredes, Siero (Principado de Asturias, España)". *3er Congresso de Arqueologia Peninsular. Actas. Vol 6*. Oporto: Associação para o Desenvolvemento da Cooperação em Arqueologia Peninsular: 513-26.
- Reynolds, P. 1987. *El yacimiento tardorromano de Lucentum (Benalua-Alicante). Las cerámicas finas*. Alicante: Diputación Provincial de Alicante.
- Reynolds, P. 1993. *Settlement and Pottery in the Vinalopó Valley (Alicante, Spain)*. AD 400-AD 700. Oxford: BAR International Series 604.
- Riaño, J. F. 1879. *The industrial arts in Spain*. Londres: Chapman and Hall.
- Riera i Melis, A. 1993. "La aparición de las corporaciones de oficio en Cataluña (1200-1350)". En *Cofradías, Gremios y Solidaridades en la Europa Medieval. XIX Semana de Estudios Medievales. Estella, 20 a 24 de julio de 1992*. Pamplona: Fondo de Publicaciones del Gobierno de Navarra: 285-318.
- Ripoll, G. 1999. "Symbolic life and signs of identity in Visigothic times". En P. Heather (ed) *The Visigoths. From the Migration period to the Seventh Century. An Ethnographic Perspective*. San Marino: Boydell Press: 403-46.
- Riu de Martín, M. C. 2004. "Vida cotidiana de los ceramistas y vidrieros barceloneses". *Anuario de Estudios Medievales* 34: 307-56.
- Riu de Martín, M. C. 2008. "La manufactura del vidrio y sus artífices en la Barcelona bajomedieval". *Anuario de Estudios Medievales* 38: 585-609.
- Rius, F. X., M. S. Larrechi, C. Benet, E. Subias, D. L. Massart y A. Thielemans. 1989. "The application of multivariate techniques to data from Spanish glass-making objects from the Roman era". *Annalytica Chimica Acta* 225: 69-81.



- Rivera, R. 2000. *Estudio filológico sobre De Rebus Hispaniae Memorabilibus*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Robertshaw, P., N. Benco, M. Wood, L. Dussubieux, E. Melchiorre, y A. Ettahiri. 2010. "Chemical analysis of glass beads from medieval al-Basra (Morocco). *Archaeometry* 52: 355-79.
- Rodríguez, S. 1981. *Lapidario (según el manuscrito escurialense H. I. 15)*. Madrid: Gredos.
- Rohbeck, J. 2007. "Por una filosofía crítica de la historia". *Isegoría* 36: 67-8.
- Roller, D. (trad) *The Geography of Strabo*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Román Rodríguez, J. M. 2004. "Excavación arqueológica preventiva en el solar No 3 de la Plazuela Juan Facúndez de Carmona (Sevilla)". *Anuario Arqueológico de Andalucía* 2004.1: 3132-53.
- Romero Gallardo, A. 2014. *Prieto-Moreno. Arquitecto Conservador de la Alhambra (1936-1978). Razón y sentimiento*. Granada: Universidad de Granada y Patronato de la Alhambra y el Generalife.
- Ronda, A. y F. Sala. 2000. "El asentamiento tardorromano del barrio de Benalúa (Alicante): las actuaciones arqueológicas de 1989". En M. Olcina y J. Soler (eds) *Scripta in Honorem Enrique A. Llobregar Conesa*. Alicante: Diputación Provincial de Alicante: 443-56.
- Ronda-Femenía, A. M., A. Martínez Carmona, F. Sala-Sellés, J. M. Abascal Palazón, M. D. Sánchez de Prado, S. Alemany y P. Martínez Mora. 2007. "La vida económica". En J. M. Abascal, R. Cebrián, A. M. Ronda-Femenía y F. Salas (eds) *Baños de la reina (Calpe, Alicante): un vicus romano a los pies del Peñón de Ifach*. Ayuntamiento de Calpe. Calpe: 121-70.
- Rontomé, E. 2000. "Vidrios califales de Madinat al-Zahra". En P. Cressier (ed) *El vidrio en al-Andalus*. Madrid: Casa de Velázquez: 103-115.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	573/807



- Rontomé, E. 2006. "Breve introducción al vidrio islámico medieval". En E Rontomé (ed) *Vidrio islámico en al-Andalus*. Cuenca: Real Fábrica de Cristales de la Granja: 75-80.
- Rontomé, E. y P. Pastor. 2006. "El vidrio andalusí". En E. Rontomé (ed) *Vidrio islámico en al-Andalus*. Cuenca: Real Fábrica de Cristales de la Granja: 42.
- Ruiz, L. 2010. "Un ungüentario de vidrio andalusí en el ajuar doméstico del siglo XIII, hallado en el Hisn Yakka (Yecla, Murcia)". *Yakka. Revista de Estudios Yeclanos* 18: 5-27.
- Ruiz, A., E. Moreno, A. Moya, E. Espinosa y I. Jabalquinto. 2001. "Los arrabales de la Córdoba Musulmana. De las fuentes escritas a la realidad arqueológica". *Anales de Arqueología Cordobesa* 12: 145-158.
- Sabaté, F. 2017. "La edad media que nos acompaña". *Memoria Europae* 3: 10-48.
- Sagui, L. 1993. "Produzioni vetrarie a Roma tra tardo-antico e alto medioevo". En L. Paroli y Paolo Delogu (eds) *La Storia economica di Roma nell'alto Medioevo alla luce dei recenti scavi archaeologici*. Florencia: Edizioni All'Insegna del Giglio: 113-36.
- Sagui, L. 2007. "Glass in Late Antiquity: the continuity of technology and sources of supply". En I. Lavan, E. Zanini y A. Sarantis (eds) *Technology in Transition A.D. 300-650*. Leiden y Boston: Brill: 211-31.
- Sainsbury, V. 2018. "When things stopped travelling: Recycling and the glass industry in Britain from the first to the fifth century CE". En D. Rosenow, M. Phelps, A. Meek y I. Freestone (eds) *Things that Travelled: Mediterranean Glass in the First Millennium AD*. Londres: UCL Press: 324-345.
- Sáiz, J. 2017. "Pervivencias escolares de narrativa nacional española: Reconquista, Reyes Católicos e Imperio en libros de texto de historia y en relatos de estudiantes". *Historia y Memoria de la Educación* 6: 165-201.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	574/807



Saldern, A. von. 1980. *Ancient and Byzantine Glass from Sardis*. Corning, Nueva York: Corning Museum of Glass.

Salhvand, N., D. Agha-Aligol, A. Shishegar y M. Lamechi Rachti. 2020. "The study of chemical composition of Persian glass vessels of the early Islamic centuries (10<sup>th</sup>-11<sup>th</sup> centuries AD) by micro-PIXE; Case Study: Islamic Collection in the National Museum of Iran". *Journal of Archaeological Sciences: Reports*: 1-10.

Salvatierra, V. 2015. "El lugar de visigodos y omeyas en la historiografía de los siglos XIX y XX. – Aportaciones a un debate sobre continuidad y ruptura". *Archivo Español de Arqueología* 88: 247-61.

Sánchez, J. C. 2014. "Sobre las bases económicas de las aristocracias en la Gallaecia suevo-visigoda (ca. 530-650 D. C.). Comercio, minería y articulación fiscal". *Anuario de Estudios Medievales* 44: 983-1023.

Sánchez-Montes, F. 2015. "La ciudad de la Alhambra en el siglo XVII". En Arias de Saavedra Alias, I. y M. L. López-Guadalupe (eds) *Vida cotidiana en la Monarquía Hispanica, tiempos y espacios*. Granada: Universidad de Granada: 85-116.

Sánchez de Prado, M. D. 1999. "El vidrio en los Baños de la Reina". En T. Carreras y I. Domenech (eds) *I Jornades Hispàniques d'història del vidre*. Barcelona: Museu d'Arqueologia de Catalunya: 97-107.

Sánchez de Prado, M. D. 2004. "El vidrio romano en el Conventus Carthaginensis". En A. Fuentes (ed) *El Vidrio en la España Romana*. La Granja: Real Fábrica de Cristales de la Granja. Centro Nacional del Vidrio: 79-113.

Sánchez de Prado, M. D. 2009. "La vajilla de vidrio durante la antigüedad tardía en el Conventus Carthaginensis". *BSAA Arqueología* LXXV: 159-200.

Sánchez de Prado, M. D. 2014. "La producción de vidrio en Valentia. El taller de la Calle Sabaters". *Lucentum* XXXIII: 215-42.


Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	575/807





- Sánchez de Prado, M. D. 2015. "Un taller vidriero en Valencia". En M. A. Ramón (ed) *El vidrio antiguo en Valencia. Quaderns de Difusió Arqueològica* 12: 21-24.
- Sánchez de Prado, M. D. 2018. *La vajilla de vidrio en el ámbito suroriental de la Hispania romana*. Alicante: Publicacions Universitat d'Alacant.
- Sánchez Velasco, J. y F. J. García Fernández. 2013. "Identidades y élites germánicas en la arqueología tardoantigua de la Bética? Estado actual de la investigación y perspectivas de estudio". En D. Álvarez, D. Hernández y R. Sanz (eds) *El espejismo del bárbaro: Ciudadanos y extranjeros al final de la Antigüedad*. Castellón: Servei de Comunicació i Publicacions. Universitat Jaume I: 306-28.
- Santopadre, P y M. Verità. 2000. "Analysis of production technologies of Italian vitreous materials of the Bronze Age". *Journal of Glass Studies* 42: 25-40.
- Santos, J. 2009. *Intervención arqueológica preventiva en el Mercado Central de Almería*. Informe de excavación inédito.
- Santos, J. 2009. *Intervención arqueológica preventiva en c/Mariana 16 y 22 (Almería)*. Informe de excavación inédito.
- Saunders, J. J. 1965. *A History of Medieval Islam*. Londres: Routledge and Kegan Paul.
- Sayre, E. V. y R. W. Smith. 1961. "Compositional categories of ancient glass". *Science* 133: 1824-6.
- Sayre, E. V. y R. W. Smith. 1967. "Some materials of glass manufacturing in Antiquity". En M. Levey (ed) *Archaeological Chemistry symposium. 3<sup>rd</sup> Symposium on Archaeological Chemistry*. Pennsylvania: University of Pennsylvania Press: 279-311.
- Sayre, E. V. y R. W. Smith. 1974. "Analytical studies of ancient Egyptian glass". En A. Bizhay (ed) *Recent advances in the Science and Technology of materials*. Nueva York: Plenum: 47-70.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	576/807



Schibille, N. 2011. "Late Byzantine mineral soda high alumina glasses from Asia Minor: a new primary glass production group". *PLoS ONE* 6 (4), e18970.

Schibile, N., P. Degryse, M. Corremans y C. Specht. 2012. "Chemical characterisation of glass mosaic tesserae from sixth-century Sagalassos (south-west Turkey): chronology and production techniques". *Journal of Archaeological Science* 39: 1480-92.

Schibile, N. y I. Freestone. 2013. "Composition, Production and Procurement of Glass at San Vincenzo al Volturno: An Early Medieval Monastic Complex in Southern Italy". *PlosOne* 8: 1-13.

Schibile, N., A. Meek, T. Bendeguz, C. Entwistle, M. Avisseau-Broustet, H. Da Mota y B. Gratuze. 2016. "Comprehensive Chemical Characterisation of Byzantine Glass Weights". *Plos One* 11: 1-26.

Schibile, N., A Gómez de la Torre, C. Duckworth, D. Govantes-Edwards, J. de Juan y L. Olmo. 2017. "The glass from Reccopolis: an analytical approach". En I. Coutinho, T. Palomar, S. Coentro, A. Machado y M. Villarigues (eds) *Proceedings of the 5th Glassac International Conference*. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa: 116-7.

Seco de Lucena Paredes, L. 1955. "Viaje a Oriente. Embajadores granadinos en El Cairo". *Miscelánea de estudios árabes y hebráicos* IV.

Serra Desfilis, A. 2012. "Conocimiento, traza e ingenio en la arquitectura valenciana del siglo XV". *Anales de Historia del Arte* 22: 163-96.

Serrano Pinteño, J. 2014. "El Hospital de la Sangre. De la fundación a la reducción de 1636. Nuevos datos". *Revista de Historia de Jerez* 16-17: 99-134.

Sevillano, R. 2006. *Intervención arqueológica preventiva en Calle Descanso. Almería*. Informe de excavación inédito.

Sevillano, D. 2008. *Intervención arqueológica preventiva en calle Quevedo. Almería*. Informe de excavación inédito.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	577/807



- Shackley, M. S. 2010. "Is there reliability and validity in Portable X-ray Fluorescence Spectrometry?" *The SAA Archaeological Record*, November: 17-20.
- Shortland, A. 2001. "Social influences on the development and spread of glass". En A. Shortland (ed) *The Social Context of Technological Change: Egypt and the Near East, 1650-1550 BC*. Oxford: Oxbow: 211-22.
- Shortland, A. 2006. "Application of lead isotope analysis to a wide range of Late Bronze Age Egyptian materials". *Archaeometry* 48: 657-69.
- Shortland, A.J., L. Schachner, I. Freestone, I y M. S. Tite. 2006. "Natron as a flux in the early vitreous materials industry: sources, beginnings and reasons for decline." *Journal of Archaeological Science* 33 (4), pp. 521-30.
- Shortland, A., N. Rogers, y K. Eremin. 2007. "Trace element discriminants between Egyptian and Mesopotamian Late Bronze Age glasses". *Journal of Archaeological Science* 34: 781-9.
- Simpson, S.-J. 2014, "Sasanian glass: an overview". En D. Keller, J. Price y C. Jackson (eds.), *Neighbours and Successors of Rome*. Oxford: Oxbow: 200-231.
- Sillar, B. y M. S. Tite. 2000. "The challenge of 'technological choices for materials science approaches in archaeology". *Archaeometry* 42: 2-20.
- Silvestri, A. 2008. "The coloured glass from Iulia Felix". *Journal of Archaeological Science* 35: 1489-1501.
- Silvestri, A., G. Molin, y G. Salviulo. 2005. "Roman and medieval glass from the Italian area: bulk characterizatin and relationships with production technologies". *Archaeometry* 47: 797-816.
- Smedley, J. W., C. M. Jackson y C. A. Booth. 1999. "Back to the roots: the raw materials, glass recipes and glassmaking practices of Theophilus". En W. P. McCray y W. D. Kingery (eds) *The Prehistory and History of Glassmaking Technology*. Ohio: American Ceramic Society: 145-164.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	578/807



- Smith, C. S. y J. G. Hawthorne. 1974. "Mappae Clavicula: A Little Key to the World of Maedieval Techniques". *Transactions of the American Philosophical Society* 64: 1-128.
- Smith, P. 2008. "Alchemy as the Imitator of Nature". En D. Von Kerssenbrock-Krosigk (ed) *Glass of the Alchemists: Lead Crystal-Gold Ruby, 1650-1750*. Corning, Nueva York: The Corning Museum of Glass: 22-33.
- Souto Sala, J. A. 1995. "Las ciudades andalusíes: morfologías físicas". En I. de la Iglesia Duarte (ed) *V Semana de Estudios Medievales. Nájera, 1 al 15 de agosto de 1994*. Nájera: Instituto de Estudios Riojanos: 143-66.
- Stanley, C. y M. T. Gnudi. 1990. *The Pirotechnia of Vannoccio Biringuccio. The Classic Sixteenth-Century Treatise on Metals and Metallurgy*. Nueva York: Dover.
- Steele, R. 1929. "Practical Chemistry in the Twelfth Century. Rasis de alumibus et salibus". *Isis* 12: 10-46.
- Stern, M. 1999. "Glassblowing in cultural context". *American Journal of Archaeology* 103: 441-484.
- Stiner, M. C., T. Earle, D. L. Smail y A. Shryock. 2011. "Scale". En A. Shryock y D. L. Smail (eds) *Deep History. The Architecture of Past and Present*. Berkeley: University of California Press: 242-72.
- Suárez, J., J. M. Tomassetti y R. Jiménez-Camino. 2005. "Algeciras altomedieval. Secuencia arqueológica al norte del Río de la Miel: el Siglo IX. *Boletín de Arqueología Yazirí* 1: 34-69.
- Stanley, C. y M. T. Gnudi. 1990. *The Pirotechnia of Vannoccio Biringuccio. The Classic Sixteenth-Century Treatise on Metals and Metallurgy*. Nueva York. Dover.
- Taitz, E. 1994. *The Jews of Medieval France. The Community of Champagne*. Westport: Greenwood Press.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	579/807



- Tal, O., R. E. Jackson-Tal, y I. Freestone. 2004. "New Evidence of the Production of Raw Glass at Late Byzantine Apollonia-Arsuf, Israel". *Journal of Glass Studies* 46: 51-66.
- Tambiah, S. 1990. *Magic, Science, Religion and the Scope of Rationality*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Tatton-Brown, V. A. 1984. "The glass". In H. R. Hurst y S. P. Roskams (eds) *Excavations at Carthage: the British Mission, Volume I, 1. The British Academy*. Sheffield: 194-212.
- Tatton-Brown, V. y C. Andrews. 1991. "Before the invention of glassblowing". En H. Tait (ed) *Five Thousand Years of Glass*. Londres: British Museum Press: 21-61.
- Taylor, M. y D. Hill. 2008. "Experiments in the Reconstruction of Roman Wood-Fired Glassworking Furnaces". *Journal of Glass Studies* 50: 249-70.
- Taylor, T. 2010. *The Artificial Ape. How technology Changed the Course of Human Evolution*. Nueva York: Palgrave MacMillan.
- Tejerizo, C. 2016 . "Arqueología y nacionalismo en (el) movimiento: apuntes sobre la arqueología de época visigoda durante el Segundo franquismo". *ArqueoWeb* 17: 145-162.
- Thiriout, J. 2009. "Les structures de cuisson d'atelier de potiers du "palais" de Sabra al-Mansuriya (Kairouan, Tunisie)". En J. Zozaya, M. Retuerce, M. A. Hervás, y A. de Juan (eds) *VIII<sup>e</sup> Congrès International sur la céramique médiévale en Méditerranée*. Almagro: HAL Archives Ouvertes: 685-95.
- Thompson, E. A. 1969. *The Goths in Spain*. Oxford: Clarendon Press.
- Tilley, C. 2004. *The Materiality of Stone. Explorations in Landscape Phenomenology*. Oxford: Berg.
- Thackeray, M. A. (trans). 1961. *The Jewish War, Books I-III*. Loeb Classical Library. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	580/807



- Tite, M. S., A. Shortland, Y. Maniatis, D. Kavoussanaki y S. A. Harris. 2006. "The composition of the soda-rich and mixed alkali plants used in the production of glass". *Journal of Archaeological Science* 33: 1284-92.
- Toda I Güell, E. 1935. "La col·lecció de vidres antics de Poblet" *Butlletí arqueològic* Abril-Junio 1935: 46-9.
- Todorova, M. 2009. *Imagining the Balkans*. Oxford: Oxford University Press: 57-9.
- Tolaini, F. 2001. "Breve storia dello studio dei ricettari di tecniche artistiche medievali". *Annali della Scuola Normale Superiore di Pisa* IV. VI, 1: 11-38.
- Tolaini, F. 2003. "De tinctio omnium musivorum. Technical recipes for Glass in the so-called Mappae Clavicula". En M. Beretta (ed) *When Glass Matters. Sciences and Crafts facing Glass from Graeco-Roman Antiquity to Early Modern Era*. Florencia: Biblioteca de "Nuncius": 1-18.
- TOLETUM VISIGODO. 2007-2008. *Intervención Arqueológica. Yacimiento de la Vega Baja de Toledo*. Informe de Excavación Inédito.
- TOLETUM VISIGODO. 2009. *Intervención Arqueológica. Yacimiento de la Vega Baja de Toledo*. Informe de excavación inédito.
- Tomassetti, J. M., C. Fernandez y J. Suárez. 2004. *Excavación arqueológica preventiva en c/Rocha 3. Algeciras (Cádiz)*. Informe de excavación inédito.
- Torrecilla, A. 1999. "Los vidrios romanos de la villa de El Saucedo (Talavera la Nueva, Toledo)". En T. Hauschild, M. Justino, V. Mantas, T. Nogales y A. Orejas (eds) 3º *Congreso de Arqueología Peninsular*. Oporto: ADECAP: 361-94.
- Torres Balbás, L. 1934. "Cerámica doméstica en la Alhambra". *Al-Andalus* II: 387-8.
- Torres Balbás, L. 1935. "Tenerías en el Secano de la Alhambra de Granada". *Al-Andalus* III: 434-8.
- Torres Balbás, L. 1957. "Crónica arqueológica de la España musulmana". *Al-Andalus* XXII: 217-53.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	581/807



- Trouillot, M-R. 1995. *Silencing the Past. Power and the Production of History*. Boston: Beacon Press.
- Turner, W. E. S. "Studies in ancient glasses and glassmaking processes. Part IV. The chemical composition of ancient glasses". *Journal of the Society of Glass Technology* 40: 162-84.
- Vallejo, A. 2007 "Madīnat al-Zahrā: transformation of a caliphal city". En Glair D. Anderson and Mariam Rosser-Owen (eds.) *Revisiting al-Andalus. Perspectives on the Material Culture of Islamic Iberia and Beyond*. Leiden: Brill: 3-26.
- Vallejo, A. 2010. *La ciudad califal de Madīnat al-Zahrā. Arqueología de su arquitectura*. Córdoba: Almuzara.
- Vallejo Girves, M. 1994. "La embajada sueva en Constantinopla o la búsqueda de un aliado contra la amenaza visigoda (sg. VI)". *Estudios Humanísticos. Geografía, historia y arte* 16: 61-70.
- Vallvé, J. 1980. "La industria en al-Andalus". *Al-Qantara* 1: 209-41.
- Van der Leeuw, S. E. 1990. "Archaeology, Material Culture and Innovation". *SubStance* 19: 92-109.
- Van der Linden, V., P. Cosyns, O. Schalm, S. Cagno, K. Nys, K. Janssens, A. Nowak, B. Wagner y E. Bulska. 2009. "Deeply coloured and black glass in the northern provinces of the Roman Empire: Differences and similarities in chemical composition before and after AD 150". *Archaeometry*: 822 -44.
- Vargas Cantos, S., y M. I. Gutiérrez Deza. 2003. "Intervención arqueológica de urgencia en la Avenida del Corregidor (trazado del nuevo Colector de Vistalegre, Córdoba)". *Anuario Arqueológico de Andalucía* 2003: 279-94.
- Vargas Cantos, S., y M. I. Gutiérrez Deza. 2004. *Informe técnico preliminar de la intervención arqueológica de urgencia en la Avd. del Corregidor (trazado del nuevo Colector de Vistalegre, Córdoba)*. Informe de excavación inédito.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	582/807



- Vázquez, M. A. y J. M. Caamaño. 2004. "Estudio del vidrio hallado en la villa romana de Toralla (Coruxo, Pontevedra) durante las campañas de 1992 y 1993. Catálogo de Piezas". *Gallaecia* 23: 85-116.
- Velasco, A. y D. Whitehouse. 2012. "A relief-cut bowl from Besalú (Girona, Spain)". *Journal of Glass Studies* 54: 119-25.
- Velázquez, R. 1912. *Medina Azzahara y Alamiriya*. Madrid: Junta para ampliación de estudios y actividades científicas.
- Velo-Gala, A., C. Duckworth y D. Govantes-Edwards. En prensa. "La presencia del vidrio en la necrópolis de la Avd. Llanos del Pretorio 1 y 3, Córdoba". En *Spal Mongrafías Arqueología*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Ventolá, L. M. Vendrell-Saz y P. Giráldez. 2014. "Visigothic Jewellery: a technical study of glass used as gems in belt buckles from a Spanish necropolis". *Archaeometry* 56: 818-27.
- Verita, M., A. Renier y S. Zecchin. 2002. "Chemical analyses of ancient glass findings excavated in the Venetian lagoon". *Journal of Cultural Heritage* 3: 261-71.
- Veritá, M. y S. Zecchin. 2009. "Thousand years of Venetian glass: the evolution of chemical composition from the origins to the 18<sup>th</sup> century". En *Annales du 17<sup>e</sup> Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre*. Ámsterdam: AIHV.
- Vernet, J. 1994. "Natural and technical sciences in al-Andalus". En S. Khadra Jayyusi (ed) *The Legacy of Muslim Spain*. Leiden: Brill: 937-51.
- Vigil-Escalera, A. 2006. "El modelo de poblamiento rural en la meseta y algunas cuestiones de visibilidad arqueológica". En J. López, A. M. Martínez y J. Morín (eds) *Gallia e Hispania en el contexto de la presencia germánica (ss. V-VII)*. Oxford: British Archaeological Reports International Series 1534. Archaeopress: 89-108.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	583/807





- Vigil-Escalera, A., M. Presas, E. Serrano y M. Torrá. 2012. "La arqueología medieval madrileña durante el último cuarto de siglo (1985-2010). *Boletín de Arqueología Medieval* 16: 141-66.
- Vilar Sánchez, J. A. 2013. *Obras en la Alhambra: transcripción, índices y análisis del legajo 152-1 del Archivo Histórico de la Alhambra*. Granada: Alhulia.
- Vilaseco, X. I. 2003. "Algunhas consideracións sobre a presenza dunha area de fundición de vidro no Tude romano (Tui, Pontevedra)". *Gallaecia* 22: 253-65.
- Villanueva Zubizarreta, O. 2018. "Historias entrelazadas de alcalleres moriscos y vallisoletanos. Relaciones de familia, vecindad y trabajo". En R. Amrán y A. Cortijo Ocaña (eds) *Minorías en la España medieval y moderna: asimilación o/y exclusión (siglos XV al XVII)*. Santa Barbara: University of California Santa Bárbara: 76-92.
- Vincent, B. 1972. "La población de la Alhambra en el siglo XVII". *Cuadernos de la Alhambra* 8: 35-58.
- Vizcaino, J. 2007. "La presencia bizantina en Hispania". *Antigüedad y Cristianismo* XXIV: 665-86.
- Von Kerssenbrock-Krosigk, D. 2008. "Introduction". En D. Von Kerssenbrock-Krosigk (ed) *Glass of the Alchemists: Lead Crystal-Gold Ruby, 1650-1750*. Corning, Nueva York: The Corning Museum of Glass: 12-21.
- Wardle, A. y J. Shepherd. 2015. "Work in the margins – the glass-working waste from Basinghall Street" En A. Wardle (ed) *Working on the Margins of Roman London: Excavations at 35 Basinghall Street, City of London, 2005*. Londres: Museum of London Archaeology Monograph: 36-74.
- Ward-Perkins, B. 2000. "Constantinople: a city and its ideological territory". En G. P. Broglio, N. Gauthier y N. Christie (eds) *Towns and their Territories Between Late Antiquity and The Early Middle Ages*. Leiden: Brill: 325-45.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	584/807



- Warnier, J-P. 2009. "Technology as efficacious actions on objects ... and subjects".  
*Journal of Material Culture* 14: 459-70.
- Wedepohl, K. H. 1995. "The composition of the continental crust". *Geochimica et Cosmochimica Acta* 59: 1217-1232.
- Wedepohl, K. H. 1997. "Chemical composition of medieval glass from West Germany".  
*Glastech. Ver. Glass Sci. Technol.* 70: 246-55.
- Wedepohl, K. H. 2000. "The change in composition of medieval glass types occurring in excavated fragments from Germany". En *Annales du 14 e Congres de l'Association pour l'Histoire du Verre*. Ámsterdam: AIHV: 253-7.
- Wedepohl, K. H. 2003. "Composition of Carolingian Glass in Europe". In *Annales du 16e Congrès de l'Association Internationale Pour l'Histoire du Verre*. Nottingham: 203-6.
- Wedepohl, K. H. y A. Baumann. 1997. "Isotope compositions of medieval lead glasses reflecting early silver production in Central Europe". *Mineralium Deposita* 32: 292-5.
- Wedepohl, K. H., K. Simon y A. Kronz. 2011. "The chemical composition including the Rare Earth Elements of the three major glass types of Europe and the Orient used in late antiquity and the Middle Ages". *Chemie der Erde* 71: 289-96.
- Wedepohl, K. H., R. Pirling y G. Hartmann. 1997. "Römische un fränkische Gläser aus dem Gräberfeld von Krefeld-Gellep". *Bonner Jahrbücher* 197: 177-89.
- Welham, K., J. Fleischer, P. Cheetham, H. Manley, C. Steele y S. Wynne-Jones. 2014. "Geophysical survey in Sub-Saharan Africa: magnetic and electromagnetic investigation of the UNESCO World Heritage Site of Songo Mnara, Tanzania". *Archaeological Prospection* 21: 255-62.
- Welham, K., D. Pitman, C. Duckworth, D. Govantes-Edwards, Y. Barbier, C. Casswell, J. Hagan, L. Shaw y R. Córdoba. En prensa. "Embracing the physiochemical

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	585/807



future. Moving from prospection to characterisation in the field".  
*Archaeological Prospection*.

Whitehouse, D. 1993. "Three Islamic moulds". *Journal of Glass Studies* 35: 149-53.

Whitehouse, D. 1997. "Islamic Glass and Italy, 1200-1500". En M. Pierce y M. Tosi (eds)  
*Papers from the EAA Third Annual Meeting at Ravenna. Vol 2*. Oxford: BAR  
International Series 758: 191-5.

Whitehouse, D. 2001. "Mold-blown glass". En S. Carboni y D. Whitehouse (eds) *Glass  
of the Sultans*. Nueva York: The Metropolitan Museum of Art: 81-99.

Whitehouse, D. 2003. "Things that travelled: the surprising case of raw glass". *Early  
Medieval Europe* 12: 301-5.

Whitehouse, D. 2006. "The 'Epistola Abreviatoria': a description of glassmaking in  
Renaissance Spain". En K. Janssens, P. Degryse, P. Cosyins, J. Caen y L. Van't  
dack (eds) *Annales du 17e Congrès, AIHV*. AIHV: Amberes: 355-8.

Wickham, C. 2005. *Framing the Early Middle Ages. Europe and the Mediterranean 400-  
800*. Oxford: Oxford University Press.

Wood, I. 1999. "Social relations in the Visigothic kingdom from the fifth to the seventh  
century: the example of Mérida". En P. Heather (ed) *The Visigoths. From the  
Migration period to the Seventh Century. An Ethnographic Perspective*. San  
Marino: Boydell Press: 191-223.

Wyckoff, D. (trad). 1967. *Albertus Magnus. Book of Minerals*. Oxford: Clarendon Press.

Xusto, M. 2001. *O vidro provincial galaicorromano*. Vigo: Servicio Publicacións.  
Universidade de Vigo.

Zecchin, L. 1964. "Le Ricette Vetrarie di Montpellier". *Journal of Glass Studies*: 75-82.

Zecchin, L. 1986. *Vetro e vetrai di Murano*. Venecia: Artesanale editrice.

Zeder, M. A. 2009. "The Neolithic Macro-(R)evolution: Macroevoolutionary Theory and  
the Study of Culture Change." *Journal of Archaeological Research* 17: 1-63.


Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	586/807



Zozaya, J. 1982. *Vidrios tallados medievales procedentes de Balaguer*. Puigcerdá:  
Institut d'Estudis Ceretans.

Zozaya, J. 2000. "Algunas sugerencias sobre el estudio del vidrio en al-Andalus". En P.  
Cressier (ed) *El vidrio en al-Andalus*. Madrid: Casa de Velázquez: 63-82.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	587/807



## Documentos de archivo.

### **David Whitehouse Research Archive, Corning Museum of Glass**

David Whitehouse Curatorial Files (Unprocessed). RG. 13 505. The Rakow Research Library. The Corning Museum of Glass. Corning. New York.

Carta de Marco Veritá a David Whitehouse. Murano. 18 de Febrero de 1983.

David Whitehouse Curatorial Files (Unprocessed). RG. 13 505. The Rakow Research Library. The Corning Museum of Glass. Corning. New York.

Transcripción y traducción al español de la *Epistola Abreviatoria* (sin firmar).

### **Archivo Histórico de Sevilla. Archivo de Protocolos notariales.**

*Miércoles, 14 de mayo de 1494. APS, IV, 1494 [=AHPS, 2.154], f. 593v. FDEO, 26, N. 13, f. 57.*

Debe Rodrigo Martín, vidriero, vecino de Sevilla en la collación de San Bartolomé, a Francisco de Carvajal, trapero, vecino de Sevilla en la collación de San Andrés, que está presente, 1.600 mrs., por cierto paño que le compró; y se obliga a pagarle en Sevilla dentro de seis meses, en fin de cada dos meses la tercia parte de la deuda<sup>1</sup>.

*Miércoles, 14 de mayo de 1494. AHPS, PNSe, 2154, 594r<sup>2</sup>.*

Juan Martín Cernigón, vecino de la villa de Véjer, vende a Rodrigo Álvarez, vidriero, vecino en San Bartolomé, 25 quintales de buen almarjo limpio y sin cortezas, tal que sea de dar y de tomar a vista y juicio de vidrieros, los cuales le entregará en su casa de Sevilla por el día de Santa María de agosto, a precio cada quintal de 75 mrs.

*Lunes, 16 de julio de 1494. AHPS, PNSe, 2154, 652r.*

<sup>1</sup> Lacueva Muñoz, J. 2016. *Comerciantes de Sevilla. Regesto de Documentos Notariales del Fondo Enrique Otte*. Vol 1. Valparaíso: Instituto de Historia y Ciencias Sociales. Universidad de Valparaíso: 216.

<sup>2</sup> Regesto elaborado por el Dr. Ricardo Córdoba de la Llave (Universidad de Córdoba).

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	588/807



Rodrigo Alvarez, vidriero, vecino de Sevilla en San Bartolomé, da su poder a Diego Díaz, vidriero, vecino de Alhama en el reino de Murcia, para recaudar de Juan de Sevilla, maestro de hacer manillas de vidrio, vecino que fue de Sevilla en San Esteban, 6000 mrs. que le dejó a deber de los 7093 que le debía por cierto contrato<sup>3</sup>.

*Viernes, 1 de agosto de 1494. APS, IV, 1494 [=AHPs, 2.154], f. 746. FDEO, 26, N. 13, f. 61.*

Otorga Juan de Sevilla, manillero, vecino de Cadahanso [Cadalso], que da por libre y por quito a Isabel Rodríguez, mujer de Gregorio Rodríguez, vidriero, que Dios haya, vecina de esta ciudad en la collación de Santa María Magdalena, que está presente, y a sus bienes y herederos del difunto, por razón de 200 reales de plata, poco más o menos, que el dicho Gregorio Rodríguez le debía de ciertas cuentas de compañía que en uno tuvieron, por cuanto de su propia voluntad los perdona<sup>4</sup>.

*Viernes, 1 de agosto de 1494. APS, IV, 1494 [=AHPs, 2.154], f. 746v. FDEO, 26, N. 13, f. 61.*

Otro tal quitamiento otorgó Rodrigo Álvarez, vidriero, vecino de la villa de Aznalcázar, a la dicha Isabel Rodríguez, por razón de 6.000 mrs<sup>5</sup>.

*Lunes, 5 de octubre de 1495. APS, IV, 1495 [=AHPs, 2.155], f. 457v. FDEO, 26, N. 13, f. 85.*

Debe Rodrigo Martínez, vidriero, vecino de Huévar, a Rodrigo de Nolina, trapero, vecino de Sevilla en la collación de Santa María, que está presente, 330 mrs., de cierto paño que le compró; y se obliga a pagarle en Sevilla por el día de Todos los Santos de este año<sup>6</sup>.

<sup>3</sup> Regesto elaborado por el Dr. Ricardo Córdoba de la Llave (Universidad de Córdoba).

<sup>4</sup> Lacueva Muñoz, J. 2016. *Comerciantes de Sevilla. Regesto de Documentos Notariales del Fondo Enrique Otte*. Vol 1. Valparaíso: Instituto de Historia y Ciencias Sociales. Universidad de Valparaíso: 221.

<sup>5</sup> Lacueva Muñoz, J. 2016. *Comerciantes de Sevilla. Regesto de Documentos Notariales del Fondo Enrique Otte*. Vol 1. Valparaíso: Instituto de Historia y Ciencias Sociales. Universidad de Valparaíso: 221.

<sup>6</sup> Lacueva Muñoz, J. 2016. *Comerciantes de Sevilla. Regesto de Documentos Notariales del Fondo Enrique Otte*. Vol 1. Valparaíso: Instituto de Historia y Ciencias Sociales. Universidad de Valparaíso: 249.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	589/807



*Lunes, 23 de marzo de 1500. APS, IV, 1500-1° [=AHPs, 2.157], f. 47v. FDEO, 26, N. 13, f. 144.*

Vende Juan Martínez de Anguas, marido de Juana Bernal, vecino de Huévar, lugar del Aljarafe de Sevilla, a Antón Pablos, vidriero, vecino de Sevilla en la collación de San Salvador, que está presente, 15 quintales de buen almajo, limpio y sin costera, tal que sea de recibir; lo cual se obliga de le dar puesto en el muelle de esta ciudad, de hoy hasta el día de San Juan de este año, de junio, a precio de 70 mrs. cada quintal, horros de barcaje, de que otorga que recibió adelantado un ducado de oro; y los otros maravedís que demás hubiere de haber que se los pague como le fuere dando y entregando el dicho almajo<sup>7</sup>.

*Martes, 22 de septiembre de 1500. APS, IV, 1500-2° [=AHPs, 2.158], f. 183v. FDEO, 26, N. 13, f. 231.*

Debe García Álvarez, vidriero, marido de Leonor Martínez, vecino de Aznalcázar, a Manuel de Córdoba, traperero, vecino de Sevilla, que está presente, 400 mrs., por cierto paño que de él recibió comprado; y se obliga a pagarle en Sevilla desde hoy en dentro de dos meses cumplidos<sup>8</sup>.

*Jueves, 28 de enero de 1501. APS, XV, 1501 [=AHPs, 9.101], f. 2. FDEO, 28, N. 2, f. 1.*

Vende Martín Fernández, vidriero, vecino de Cadaharso [Cadalso], a Antón Pablos, vidriero, vecino de Sevilla en la collación de San Salvador, que está presente, dos cargas de color para vidrio, que sea buena y mojada; y véndele cada arroba de la dicha cola a precio de 265 mrs., las cuales dichas cargas de labor le ha de dar y entregar aquí en Sevilla, mediado el mes de marzo de este año; y los maravedís que montare se los ha de pagar en Sevilla luego como le entregue las dichas dos cargas de cola<sup>9</sup>.

<sup>7</sup> Lacueva Muñoz, J. 2016. *Comerciantes de Sevilla. Regesto de Documentos Notariales del Fondo Enrique Otte*. Vol 1. Valparaíso: Instituto de Historia y Ciencias Sociales. Universidad de Valparaíso: 502-3.

<sup>8</sup> Lacueva Muñoz, J. 2016. *Comerciantes de Sevilla. Regesto de Documentos Notariales del Fondo Enrique Otte*. Vol 1. Valparaíso: Instituto de Historia y Ciencias Sociales. Universidad de Valparaíso: 561.

<sup>9</sup> Lacueva Muñoz, J. 2016. *Comerciantes de Sevilla. Regesto de Documentos Notariales del Fondo Enrique Otte*. Vol 2. Valparaíso: Instituto de Historia y Ciencias Sociales. Universidad de Valparaíso: 29-30.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	590/807



*Lunes, 8 de noviembre de 1501. APS, XV, 1501 [=AHPS, 9.101], f. 687v. FDEO, 28, N. 2, f. 102.*

Arrienda Rodrigo Álvarez, vidriero, vecino de Sevilla en la collación de San Bartolomé, a Juan de Rota, y a Miguel de Espinosa, vidrieros, vecinos de Sevilla en la collación de Santa María, que están presentes, un obraje para hacer manillas y sortijas, y otras cosas cualesquier, que es dentro en el horno de vidrio que él ha y tiene en esta dicha ciudad, en la collación de San Bartolomé, desde primero de enero de 1502 años hasta cinco años cumplidos por precio cada un día de hacer algo de 93 mrs., que le ha de pagar en Sevilla cada un día<sup>10</sup>.

*Miércoles, 4 de febrero de 1506. APS, XV, 1506-1° [=AHPS, 9.103], f. 172. FDEO, 28, N. 4, f. 6.*

Diego Martínez, vidriero, vecino de Sevilla en la collación de San Salvador, y Rodrigo Álvarez, vidriero, vecino de la villa de Aznalcázar, otorgan que deben a Antonio Pinello, mercader genovés estante en Sevilla, presente, 4.770 mrs., de 132 varas y media de lienzo largo de presilla compradas; a pagar en Sevilla dentro de cuatro meses<sup>11</sup>.

*Jueves, 16 de abril de 1506. APS, VII, 1506 [=AHPS, 8.887], f. 317v. FDEO, 27, N. 8, f. 40.*

Alonso López [?] labrador, marido de Juana Fernández, y Francisco Trejo, labrador, marido de Catalina González, y Elvira Martín, mujer de Rodrigo Martín, vidriero, que Dios haya, vecinos de la villa de Lebrija, lugar de esta ciudad de Sevilla, otorgan que deben a Diego de Ávila, criado del señor conde de Cifuentes, vecino de Sevilla en la collación de San Salvador, cinco quintales de buen aceite de olivas nuevo, por maravedís que de él tienen recibidos, al precio que en uno se igualaron; a

<sup>10</sup> Lacueva Muñoz, J. 2016. *Comerciantes de Sevilla. Regesto de Documentos Notariales del Fondo Enrique Otte*. Vol 2. Valparaíso: Instituto de Historia y Ciencias Sociales. Universidad de Valparaíso: 128.

<sup>11</sup> Lacueva Muñoz, J. 2016. *Comerciantes de Sevilla. Regesto de Documentos Notariales del Fondo Enrique Otte*. Vol 2. Valparaíso: Instituto de Historia y Ciencias Sociales. Universidad de Valparaíso: 319.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	591/807





entregar en Sevilla, puestos en el almacén del comprador, en todo el mes de febrero del año 1507<sup>12</sup>.

*Sábado, 10 de junio de 1508. APS, XV, 1508-1° [=AHPS, 9.106], f. 1218. FDEO, 28, N. 7, f. 150.*

Juan Fernández de Huévar, labrador, vecino de la villa de Aznalcázar, otorga que vende a Juan Álvarez, vidriero, vecino de Sevilla en la collación de San Bartolomé, que está presente, 30 quintales de buen barrilla, buena y tal que sea de tomar a vista de vidrieros; y véndesela ni al mayor ni al menor precio que se venda, salvo al mediano; y se obliga de entregarla puesta en la torre de Benacazón, termino de la dicha villa, en fin del mes de agosto de este presente año; otorga que ha recibido adelantados a cuenta del precio 500 mrs., y el resto que se los vaya pagando como le fuere entregando la dicha barrilla<sup>13</sup>.

*Martes, 15 de agosto de 1508. APS, XV, 1508-2° [=AHPS, 9.107], f. 428. FDEO, 28, N. 8, f. 50.*

Martes día de nuestra Señora 15 de agosto de 1508. Gonzalo Rodríguez Caballero, vecino de Triana, otorga que debe a Juanoto de Carvajal, vidriero, vecino de Sevilla en la collación de San Salvador, 4000 mrs., de resto de la renta de ciertas ovejas que le tuvo arrendadas; a pagar en fin del mes de octubre de este presente año<sup>14</sup>.

*Jueves, 21 de junio de 1509. APS, XV, 1509-1° [=AHPS, 9.108], f. 751. FDEO, 29, N. 1, f. 100.*

Pedro González de Siero, marido de Isabel García, vecino de Robayna, lugar de la orden de San Juan, otorga que vende a Rodrigo Alvar, vidriero, vecino de Sevilla en la collación de San Bartolomé, presente, 20 quintales de almajo limpio y sin costeras, a precio cada quintal de 60 mrs., que se obliga a entregar al muelle del río de esta ciudad por el día de Santiago de este presente año, y para en cuenta de los maravedís que

<sup>12</sup> Lacueva Muñoz, J. 2016. *Comerciantes de Sevilla. Regesto de Documentos Notariales del Fondo Enrique Otte*. Vol 2. Valparaíso: Instituto de Historia y Ciencias Sociales. Universidad de Valparaíso: 269.

<sup>13</sup> Lacueva Muñoz, J. 2016. *Comerciantes de Sevilla. Regesto de Documentos Notariales del Fondo Enrique Otte*. Vol 3. Valparaíso: Instituto de Historia y Ciencias Sociales. Universidad de Valparaíso: 197.

<sup>14</sup> Lacueva Muñoz, J. 2016. *Comerciantes de Sevilla. Regesto de Documentos Notariales del Fondo Enrique Otte*. Vol 3. Valparaíso: Instituto de Historia y Ciencias Sociales. Universidad de Valparaíso: 214.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Página	592/807



montaren, otorga que ha recibido dos doblas castellanas, que montan 730 mrs. Y lo que más montare que se lo pague como le fuere entregando el dicho almajo<sup>15</sup>.

*Viernes, 10 de mayo de 1510. APS, XV, 1510-1° [=AHPS, 9.110], ff. 425-425v. FDEO, 29, N. 3, f. 46.*

Elvira Martín, mujer de Rodrigo Martín, vidriero, difunto, y Francisco Martín, su hijo, y Juan Cabello, marido de Mari Fernández, vecinos de Huévar, lugar de esta ciudad de Sevilla, otorga que venden a Bartolomé de Rivarolo, genovés, vecino de Sevilla en la collación de Santa María, presente, doscientos quintales de mazacote bueno y limpio, y rapado de las costeras, y sin tierra, y tal que sea de dar y tomar; y se lo venden a precio cada un quintal de cuarenta y dos maravedíes; a cuenta del cual precio han recibido adelantados mil y quinientos maravedíes. Se obligan a entregarlo puesto en las jabonerías de Triana, o de Santiponce, desde hoy hasta en fin del mes de septiembre de este presente año; y los que más montare que se lo pague en Sevilla, la mitad el día de San Juan del mes de junio de este presente año, y el resto como le acabaren de entregar el dicho mazacote. Y el dicho Bartolomé de Rivarolo, estando presente, recibió en sí este contrato, y se obligó a su cumplimiento<sup>16</sup>.

*Domingo, 26 de mayo de 1510. APS, XV, 1510-1° [=AHPS, 9.110], ff. 571-571v FDEO, 29, N. 3, f. 69.*

Diego Martín Portillo, marido de Catalina González, vecino de Lebrija, lugar de esta ciudad de Sevilla otorga que vende a Rodrigo Álvarez, vidriero, vecino de Sevilla en la collación de San Bartolomé, presente, veinte quintales de buen almajo, limpio y sin costeras, tal que sea de dar y de tomar, por precio cada un quintal de sesenta maravedíes; y se obliga a entregarlos, puestos al muelle de esta ciudad, por el día de San Juan Bautista del mes de junio de este presente año. Y para en cuenta de los maravedíes que montare el dicho almajo otorga que ha recibido adelantados doce reales de plata, y los maravedíes que más montare, que se lo pague en Sevilla luego

<sup>15</sup> Lacueva Muñoz, J. 2016. *Comerciantes de Sevilla. Regesto de Documentos Notariales del Fondo Enrique Otte*. Vol 3. Valparaíso: Instituto de Historia y Ciencias Sociales. Universidad de Valparaíso: 402.

<sup>16</sup> Lacueva Muñoz, J. 2016. *Comerciantes de Sevilla. Regesto de Documentos Notariales del Fondo Enrique Otte*. Vol 4. Valparaíso: Instituto de Historia y Ciencias Sociales. Universidad de Valparaíso: 57.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	593/807



como le hubiera entregado el dicho almajo. Y el dicho Rodrigo Álvarez recibió en sí este contrato, y se obligó a su cumplimiento en lo que le toca<sup>17</sup>.

*Jueves, 11 de julio de 1510. APS, XV, 1510-1° [=AHPS, 9.110], ff. 802-802v FDEO, 29, N. 3, f. 99.*

Bartolomé Domínguez, marido de Elvira González, vecino de Villafranca de la Marisma, otorga que vende a Juan Álvarez, vidriero, vecino de Sevilla en la collación de San Esteban, presente, treinta quintales de buen almajo, rapado de las costeras, y bueno, limpio y sin tierra, tal que sea de dar y de tomar, y más si más almajo hicere hasta en fin del mes de agosto primero que viene de este año, porque todo lo que hiciere en este dicho tiempo, si más hubiere de los dichos 30 quintales le vende, a precio cada un quintal de ochenta maravedís. Y para en cuenta de los maravedís que montare el dicho almajo, otorga que ha recibido adelantados veinte reales nuevos de plata. Se obliga a entregarle los dichos treinta quintales, y lo que más hiciere hasta en fin del mes de agosto, a la lengua del agua en el puerto del río Salado, que es delante del Bodegón del Rubio, desde hoy hasta en fin del mes de agosto de este presente año. Y los maravedís que más montare el dicho almajo, que se los pague como le fuere entregando el dicho almajo<sup>18</sup>.

*Lunes, 16 de septiembre de 1510. APS, XV, 1510-2° [=AHPS, 9.111], f. 373. FDEO, 29, N. 4, f. 46.*

García Álvarez, vidriero, vecino de la villa de Aznalcázar, otorga que debe a Diego de Palma, mercader, vecino de Sevilla en la collación de San Bartolomé, presente, doscientas veintes redomas bufadas para hacer solimán, que sean buenas, y a contento del dicho Diego de Palma; las cuales son que le debe por maravedís que de él recibió, y por leñas que le dio, a razón de cada un haz de leñas de 25 mrs.; y las

<sup>17</sup> Lacueva Muñoz, J. 2016. *Comerciantes de Sevilla. Regesto de Documentos Notariales del Fondo Enrique Otte*. Vol 4. Valparaíso: Instituto de Historia y Ciencias Sociales. Universidad de Valparaíso: 78.

<sup>18</sup> Lacueva Muñoz, J. 2016. *Comerciantes de Sevilla. Regesto de Documentos Notariales del Fondo Enrique Otte*. Vol 4. Valparaíso: Instituto de Historia y Ciencias Sociales. Universidad de Valparaíso: 116.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	594/807



redomas se obliga a entregarlas en Sevilla de hoy en adelante, en fin de cada semana una carga en que haya treinta redomas<sup>19</sup>.

***Archivo Histórico Provincial de Córdoba. Archivo de Protocolos Notariales<sup>20</sup>.***

*24 de septiembre de 1494. ahpc, 18-6, 977r*

Juan de Torres, vidriero, vecino de Aznalcázar tierra de Sevilla, vende a Alfonso de Córdoba, fiel, 41 redomas receptoras para tener aguafuerte a precio cada una de 50 mrs., con condición que si alguna redoma no saliere buena ni se contentara de ella se la cambiará por otra en buen estado.

*31 de octubre de 1502. ahpc, 14-38, 24, 29r.*

Pedro Gil, vidriero, vecino en Córdoba, da su poder a Francisco Redondo, vecino de Cadahalso, para que en su nombre y de sus dineros compre y traiga a esta ciudad una carga de vidrio y saque testimonio de cómo la compró en Cadahalso y pagar los derechos que de ella se deban pagar hasta dársele en Córdoba y que sea de noventa docenas de vasijas.

Y Francisco Redondo se obligó de traer a jornal la dicha carga de vidrio de noventa docenas por 500 mrs. y entregarla en Córdoba antes del día de Pascua de Navidad primera y hacer sus diligencias y entregarla sana o los pies de las vasijas que se quebraren. Otorgó haber recibido por adelantado el jornal.

***Archivo histórico municipal de Jerez de la Frontera<sup>21</sup>.***

Condiciones del vidrio

“En el nombre de Dios nuestro señor. Estas son las condiciones que se fassen e asientan entre esta çibdad de Xeres e por ella y en su nombre por virtud de su comisión el noble cauallero Gonçalo Gomes de Ceruantes corregidor e justiçia mayor desta çibdad e los honrados caualleros Nuño Fernandes de Villaviçençio veynte e quatro e el jurado Françisco de Vera diputados della, de la vna parte. E Pedro de Mena

<sup>19</sup> Lacueva Muñoz, J. 2016. *Comerciantes de Sevilla. Regesto de Documentos Notariales del Fondo Enrique Otte*. Vol 4. Valparaíso: Instituto de Historia y Ciencias Sociales. Universidad de Valparaíso: 165.

<sup>20</sup> Regestas elaboradas por el Dr. Javier López Rider (Universidad de Córdoba).

<sup>21</sup> Protocolos Notariales, fols. 20r-20v.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	595/807



vedriero maestro de faser vidro de la otra parte. Del asyento e condiçiones con quel dicho Pedro de Mena asyenta e fase con la dicha çibdad de Xeres e con los señores corregidor e diputados en su nombre para vsar e faser en esta çibdad el ofiço de vedriero. Las quales condiçiones son las siguientes:

Primeramente, quel dicho Pedro de Mena vedriero se obliga por su persona e bienes de estar e residir e vsar en esta çibdad de Xeres el dicho su ofiço de vedriero por tiempo de tres años complidos primeros siguientes que comiençan desde oy miércoles veynte e quatro días del mes de abril del presente año en que estamos del señor de mil e quinientos e quatro años en adelante. E de faser e formar en esta çibdad los fornos del dicho vedrio e vsar e faser en ella el dicho ofiço de vedriero él e sus oficiales e criados bien e fielmente syn engaño alguno durante el dicho tiempo de los dicho tres años so la pena yuso escripta.

Yten, quel dicho Pedro de Mena asy mismo se obliga desde agora a esta çibdad y a los dichos señor corregidor e diputados en su nombre por sy e por sus bienes que todo el vidro quel e sus oficiales e [çcados?] fisieren en esta çibdad durante el dicho tiempo de los dichos tres años que lo venderá e que gastará en esta çibdad e en sus arrabales e terná en ella sus fornos e tiendas e casa poblada del dicho vedro con todas las obras de vidro que se fassen e acostumbren faser de vidro copiosa e abastadamente syn falta ni mengua alguna. E los venda a presçios razonables. E sy algunas cosas de vidrio quesyere sacar della para las lleuar a vender a otras partes fuera desta çibdad, que lo pueda faser dexando primeramente abastada e abundada su casa e tyenda de las dichas obras del dicho vydrío para que se venda y gaste en esta çibdad en manera que no aya en ella falta ni mengua alguna de obras de vidrio e la çibdad esté abastada de todo el vidrio que ella e sus vesinos ovieren menester para su proueymiento de toda manera de vasijas.

Yten, que esta çibdad por la ayudar le da al dicho maestro Pedro de Mena en cada un año de los dichos tres años mil e quinientos maravedíes pagados por los terçios de cada vn año para ayuda de la renta e alquiler de la casa en que estouiere e morare el dicho maestro el dicho tiempo de los tres años.

Yten, que esta çibdad por le más ayudar presta al dicho Pedro de Mena vedriero diez mil maravedíes. Los quales le ha dedar e da luego en dineros contados para con faga e asyente e acreçiente su ofiço e cabdal en esta çibdad e con que faga

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	596/807



en ella los fornos del dicho oficio de vedriero e compre con ellos los aparejos e pertrechos que le fueren menester e nesçesarios para vsar e faser el dicho oficio e se aproueche dellos durante el tiempo de los dichos tres años. Los quales dichos diez mil maravedies el dicho Pedro de Mena ha de tornar e pagar e restituir a esta çibdad cumplido el dicho tiempo de los dichos tres años bien // 20v e complidamente syn falta alguna para lo qual todo el dicho maestro vedriero asy faser e cumplir e pagar e tener e guardar segund dicho es de suso ha de dar luego fianças bastantes a esta çibdad antel escriuano de su cabildo a contentamiento del dicho señor corregidor e de los dichos caualleros diputados.

Yten, quel dicho maestro e sus fiadores se obliguen de mancomún a esta çibdad de faser e tener e guardar e cumplir todo lo susodicho syn falta ni mengua alguna e de dar abasto e abondo en ella de todas las obras del dicho vidro durante el dicho tiempo de los dichos tres años. E quel dicho maestro vidriero no se yrá nin partirá desta çibdad a faser ni vsar el dicho oficio de vedriero a otra parte alguna so pena de pagar a esta çibdad los dichos diez mil maravedies del dicho préstamo con el doblo luego como lo fisiere e para ello obligue sus personas e bienes como por [ditres] de Xeres o de sus rentas. La qual obligación se faga e otorgue antel dicho escriuano del cabildo a vista e consejo de letrados segund paresçiere firmada e signada del dicho escriuano del dicho su cauildo.

E condiçión que sy esta çibdad non diere e pagare al dicho Pedro de Mena los dichos diez mil e quinientos maravedies cada vn año de los dichos tres años a los plasos de suso declarados que qualquier parte dellos que le [pidieren] se descuenta de los dichos diez mil maravedies que asu agora reçibe desta çibdad.”

Fols. 20r-20v

***Siglo XVI, Biblioteca del Palacio Real***

*s. XVI, ms. II/1393(6). (fol. 9v).*

Para tennir cristal de color de rubí

Toma dos partes de sangre de drago fina y una parte de almás(tiga) apurada y muélelo todo muy bien en un cendal y revuélvelo con un palo, y caliéntalo al fuego

hasta que pase por el cendal, después calienta las piedras y ponlas ay hasta que tomen la calor, y ajunta las piedras y pegarse an, y quedarán coloradas, y ansí harás zafir. Toma azul, darle muy fino y muy molido, y másalo con su mitad de almástiga apurada y podrás obrar como arriba. Que es muy probado et verum.

### **Archivo General de Simancas**

AGS/3.2.1.12//RGS,LEG,147802,33

AGS/3.2.1.12//RGS,LEG,147801,179.

AGS/3.2.1.12//RGS,LEG,147807,49.

AGS/3.2.1.12//RGS,LEG,147812,141.

AGS/3.2.1.25//RGS,LEG,149111,98.

AGS/3.2.1.25//RGS,LEG,149111,114.

AGS/3.2.1.27.3//RGS,LEG,149303,68.

AGS/3.2.1.28.12//RGS,LEG,149412,269.

AGS/3.11/CRC.333.3.

AGS, RGS,LEG,149911,20.

AGS, RGS,LEG,149911,48.

### **Archivo de la Real Chancillería de Valladolid**

ARCHV/9.8.1//REGISTRO DE EJECUTORIAS, CAJA 358, 66.

Registro Electrónico de la Universidad de Córdoba
ENTRADA
04/12/2020 09:45
2020081068

ARCHV/9.8.1//REGISTRO DE EJECUTORIAS, CAJA 405, 53.

ARCHV/9.8.1//REGISTRO DE EJECUTORIAS, CAJA 682, 53.

### **Archivo Histórico Nacional**

AHN/1.1.57.7//INQUISICIÓN,133,Exp.8.

AHN/1.1.57.7//INQUISICIÓN,155,Exp.18.


AHN/1.1.57.7//INQUISICIÓN,164,Exp.10.

AHN/1.1.57.7//INQUISICIÓN,167,Exp.12

### **Archivo de la Real Chancillería de Valladolid**

ARCHV/9.11.1.2//PL CIVILES,ALONSO RODRÍGUEZ (F),CAJA 576,2.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM		Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica			
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS			
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM		Página	599/807





## Fuentes escritas. Obras literarias y técnicas.

Abraham Ibn Hayyin. *Libro de Como se Fazen as Cores.*

Alfonso X. *Lapidario.*

Anónimo. *Vitas Patrum Emeritensium.*

Anónimo. *Una crónica anónima de 'Abd al-Raḥmān III al-Nāsir.*

Anónimo. *Liber de Aluminibus et Salibus.*

Anonimo. *Mappae Clavícula.*

Anónimo. *Dell Arte del Vetro Per Mosaico. Trattato Secondo; Tratato Terzo.*

Bakrī, al- *Kitāb al-masālik wa-l-mamālik.*

Benjamín de Tudela. *Itinerario.*

Eraclius *De Coloribus et artibus Romanorum.*

Estacio. *Silvae.*

Estrabón. *Geografía.*

Flavio Josefo. *La Guerra de los Judíos.*

Gregorio de Tours. *Historia Francorum.*; .

Gregorio de Tours. *Liber in Gloria Martyrum.*

Hyeroniums Munzer. *Itinerarium Hispanicum.*

Ibn Ḥayyān, *Kitāb al-muqtabis fī ta'rīkh rijāl al-Andalus*

ibn Khaldūn, Abū Zayd 'Abd ar-Raḥmān ibn Muḥammad *Kitāb al-'Ibar wa-Dīwān al-Mubtada' wa-l-Khabar fī Ta'rīkh al-'Arab wa-l-Barbar wa-Man 'Āṣarahum min Dhawī ash-Sha'n al-Akbār*

Ṭsā Ibn Ahmad al-Rāzī. *Anales Palatinos de al-Hakam II.*

Isidoro de Sevilla. *Etimologías.*

Isidoro de Sevilla. *Historia Gothorum*.

Juan de Biclaro. *Chronica. Entrada para el año 578*.

*Liber iudiciorum, Lex Vis.* II, 4. 4; Lex XI. 3. 2. *Recc. Erv. Antigua*.

Maqqarī, al-, Aḥmad ibn Muḥammad *Nafḥ al-Ṭib min Ghuṣn al-Andalus al-Raṭīb*

Marcial. *Epigramas*.

Marineo Sículo. *De Rebus Hispaniae Memorabilibus*.

Martín de Braga. *De Trina Mersione*.

Petronio. *El Satiricón*.

Plinio el Viejo. *Historia Natural*.

Pseudo-Fredegario. *Crónica*.

Rabano Mauro, *De Universo* (Códice 132 Monte Cassino)

Razi, al- *Ajbār mulūk Al-Andalus*

Sedacer, Guillaume. *Sedacina*.

Sedader. *Liber Alterquinus*.

Sotomayor, Christophoro. *Epistola Abreviatoria*.

Theopilus Presbiter. *De Diversis Artibus*.

‘Udrī, al-. *Nuṣūṣ ‘an al-Andalus min kitāb “Tarṣī’ al-ajbār”*.

#### Fuentes escritas. Manuscritos


Biblioteca del Palacio Real de Madrid. Ms. II/1393 (6).

British Museum, Londres. Ms. 1593. Eastern Collection.

L’Ecole de Medicine de la Universidad de Montpellier. Ms. H-490.

*Manuscrito de Bolonia* [cf. Merrifield 1849] 241; 297; 300-302.

Musei Vaticani. Ciudad del Vaticano. Ms. Chigi F. VIII. 188.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03	
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica			
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS			
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	602/807	

## Créditos de las ilustraciones.

### Capítulo 1.

Figura 1. 1. Historic England. 2018. *Archaeological Evidence for Glassworking: Guidelines for Recovering, Analysing and Interpreting Evidence*. Swindon. Historic England: 29.

Figura 1.2. *The al-Andalus Glass Project*.

### Capítulo 2.

Figura 2. 1. <https://www.cmog.org/article/mystery-slab-beth-shearim>

Figura 2.2. Govantes-Edwards, D.; A. Gómez de la Torre, C. Duckworth y L. Olmo. e. p. "Smoke signals: the social dimension of glass production in Visigothic Iberia". En A. Hodgkinson, y C. Lele k Tvetmarken (eds.), *Approaches in the Analysis of Production at Archaeological Sites*. Oxford: Archaeopress.

Figura 2.3. Sánchez de Prado, M. D. 2014. "La producción de vidrio en Valentia. El taller de la Calle Sabaters". *Lucentum* XXXIII: 221.

Figura 2.4. Basado en Olmo, L. 2008. "Recópolis: una ciudad en una época de transformaciones". *Zona Arqueológica* 9: 41-62.

Figura 2.5. Parque Arqueológico de Recópolis.

Figura 2.6. Parque arqueológico de Recópolis.

Figura 2.7. Ian Freestone a partir de Gratuze, B. y J. N. Barrandon. 1990. "Islamic glass weights and stamps: analysis using nuclear techniques" *Archaeometry* 32: 155-62; R.H. Brill. 1999 *Chemical Analyses of Early Glasses. Volumes 1 and 2*.

Corning, NY: The Corning Museum of Glass; Freestone, I., Y. Gorin-Rosen y M. Hughes. 2000. "Primary Glass from Israel and the Production of Glass in Late Antiquity and the Early Islamic Period" *TMO* 33: 65-83; Foy, D., M. Picon, M. Vichy y V. Thirion-Merle. 2003. "Caractérisation des verres de l'Antiquité tardive en Méditerranée occidentale: l'émergence de nouveaux courants commerciaux". En Foy, D., Nenna, M.-D (eds.), *Échanges et commerce du verre dans le monde antique: actes du colloque de l'Association Française pour l'archéologie du verre, Aix-en-Provence et Marseille*, 7-9 juin 2001. Éditions Monique Mergoïl, Montagnac: 41-86 ; Freestone, I., R. E. Jackson y O. Tal. 2008. "Raw Glass and the Production of Glass Vessels at Late Byzantine Apollonia-Arsuf, Israel". *Journal of Glass Studies* 50: 67-80.

Figura 2.8. Ian Freestone a partir de R.H. Brill. 1999 *Chemical Analyses of Early Glasses. Volumes 1 and 2*. Corning, NY: The Corning Museum of Glass; Freestone, I., Y. Gorin-Rosen y M. Hughes. 2000. "Primary Glass from Israel and the Production of Glass in Late Antiquity and the Early Islamic Period" *TMO* 33: 65-83; Freestone, I., Y. Gorin-Rosen y M. Hughes. 2000. "Primary Glass from Israel and the Production of Glass in Late Antiquity and the Early Islamic Period" *TMO* 33: 65-83; Freestone, I., R. E. Jackson y O. Tal. 2008. "Raw Glass and the Production of Glass Vessels at Late Byzantine Apollonia-Arsuf, Israel". *Journal of Glass Studies* 50: 67-80; Silvestri, A. 2008. "The coloured glass from Iulia Felix". *Journal of Archaeological Science* 35: 1489-1501.

Figura 2.9. Producción propia.

Figura 2.10. Producción propia.

Figura 2.11. Producción propia.

Figura 2.12. Producción propia.

Figura 2.13. Producción propia.

Figura 2.14. Producción propia.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	604/807




Figura 2.15. Producción propia.

Figura 2.16. Producción propia.

Figura 2.17. Producción propia.

Figura 2.18. Producción propia.

Figura 2.19. *The al-Andalus Glass Project*.

Figura 2.20. Producción propia.

Figura 2.21. *The al-Andalus Glass Project*.

Figura 2. 22. Producción propia.

Figura 2.23. <https://historiaespana.es/edad-antigua/reino-visigodo>.

Figura 2.24. Parque Arqueológico del Molinete.

Figura 2. 25. da Cruz, M. 2009. *O Vidro Romano no Noroeste Peninsular. Um Olhar a partir de Bracara Augusta*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Braga: 79.

Figura 2.26. Fernández, D. 2014. *El comercio tardoantiguos (ss. IV-VII) en el Noroeste peninsular a través del registro cerámico de la Ría de Vigo*. Archaeopress. Oxford: 98.

Figura 2.27. British Museum.

### Capítulo 3.

Figura 3.1. Producción propia.

Figura 3.2. Producción propia.

Figura 3.3. *The al-Andalus Glass Project*.

Figura 3.4. *The al-Andalus Glass Project*.

Figura 3.5. *The al-Andalus Glass Project*.

Figura 3.6. *The al-Andalus Glass Project*.

Figura 3.7. Producción propia.

Figura 3.8. Paynter, S. 2008. "Experiments in the Reconstruction of Roman Wood-Fired Glassworking Furnaces: Waste Products and Their Formation Processes". *Journal of Glass Studies* 50: 289-90.

Figura 3.9. Producción propia.

Figura 3.10. Producción propia.

Figura 3.11. Producción propia.

Figura 3.12. Producción propia.

Figura 3.13. Producción propia.

Figura 3.14. Producción propia.

Figura 3.15. Producción propia.

Figura 3.16. Producción propia.

Figura 3.17. Producción propia.

#### Capítulo 4.

Figura 4.1. Davidson, G. 1975. "A Medieval Mystery: Byzantine Glass Production". *Journal of Glass Studies* 17: 127-41.

Figura 4.2. Mannoni, T. 1972. "A medieval glasshouse in the Genoese Apennines, Italy". *Medieval Archaeology* 16: 143-5.

Figura 4.3. Brianese, N., U. Casellato, F. Fenzi, S. Sitran, P. A. Vigato y M. Mendera. 2005. "Medieval and Renaissance glass technology in Tuscany. Part 4: the XIV<sup>th</sup> sites of Sant Cristina (Gambassi-Firenze) and Poggio Imperiale (Siena)". *Journal of Cultural Heritage* 6: 213-4.

Figura 4.4 Charleston, R. J. 1978. "Glass furnaces through the ages". *Journal of Glass Studies* 20: 9-33.

Figura 4.5. Charleston, R. J. 1978. "Glass furnaces through the ages". *Journal of Glass Studies* 20: 9-33.

Figura 4.6. Menéndez Pidal, G. 1986. *La España del siglo XIII leída en imágenes*. Madrid. Real Academia de la Historia.

Figura 4.7. Charleston, R. J. 1978. "Glass furnaces through the ages". *Journal of Glass Studies* 20: 9-33.

Figura 4.8. Foy, D. 2001. *Le verre medieval et son artisanat en France méditerranéenne*. Paris. CNRS.



Figura 4.9. Foy, D. 2001. *Le verre medieval et son artisanat en France méditerranéenne*. Paris. CNRS.

Figura 4.10. Foy, D. 2001. *Le verre medieval et son artisanat en France méditerranéenne*. Paris. CNRS.

Figura 4.11. Thiriot, J. 2009. “Les structures de cuisson d’atelier de potiers du “palais” de Sabra al-Mansuriya (Kairouan, Tunisie)”. En J. Zozaya, M. Retuerce, M. A. Hervás, A. de Juan (eds) *VIII<sup>e</sup> Congrès International sur la céramique médiévale en Méditerranée*. Almagro. HAL Archives Ouvertes: 685-95.

Figura 4.12. Elaboración propia.

Figura 4.13. Castillo Galdeano, F. & R. Martínez Madrid. 2000. “Un taller de vidrio en Baġġāna-Pechina (Almería)”. En P. Cressier (ed) *El vidrio en al-Andalus*. Madrid. Casa de Velázquez: 83-101.

Figura 4.14. Castillo Galdeano, F. & R. Martínez Madrid. 2000. “Un taller de vidrio en Baġġāna-Pechina (Almería)”. En P. Cressier (ed) *El vidrio en al-Andalus*. Madrid. Casa de Velázquez: 83-101.

Figura 4.15. Huarte, R. y M. A. Tabales. 1997. “Necrópolis romana de incineración en el sector nororiental de Sevilla. Intervención arqueológica en c/Matahacas 9-11”. *Anuario Arqueológico de Andalucía* 1997: 453-68.

Figura 4.16. López Chamizo, S., P. Sánchez Bandera y A. Cumpián. 2004. “Excavación arqueológica preventiva en la parcela UE-14. Málaga, Perchel Norte”. *Anuario Arqueológico de Andalucía* 2004.1: 2569-76.

Figura 4.17. Jiménez, P; J. Navarro y J. Thiriot. 1998. “Taller de vidrio y casas Andalusíes en Murcia. La excavación arqueológica del Casón de Puxmarina”. *Memorias de Arqueología* 13: 419-58.

4.18. Jiménez, P; J. Navarro y J. Thiriot. 1998. "Taller de vidrio y casas Andalusíes en Murcia. La excavación arqueológica del Casón de Puxmarina". *Memorias de Arqueología* 13: 419-58.

4.19. Jiménez, P; J. Navarro y J. Thiriot. 1998. "Taller de vidrio y casas Andalusíes en Murcia. La excavación arqueológica del Casón de Puxmarina". *Memorias de Arqueología* 13: 419-58.

4.20. Jiménez, P; J. Navarro y J. Thiriot. 1998. "Taller de vidrio y casas Andalusíes en Murcia. La excavación arqueológica del Casón de Puxmarina". *Memorias de Arqueología* 13: 419-58.

4.21. Jiménez, P; J. Navarro y J. Thiriot. 1998. "Taller de vidrio y casas Andalusíes en Murcia. La excavación arqueológica del Casón de Puxmarina". *Memorias de Arqueología* 13: 419-58.


4.22. Jiménez, P; J. Navarro y J. Thiriot. 1998. "Taller de vidrio y casas Andalusíes en Murcia. La excavación arqueológica del Casón de Puxmarina". *Memorias de Arqueología* 13: 419-58.

4.23. Jiménez, P; J. Navarro y J. Thiriot. 1998. "Taller de vidrio y casas Andalusíes en Murcia. La excavación arqueológica del Casón de Puxmarina". *Memorias de Arqueología* 13: 419-58.

4.24. Jiménez, P; J. Navarro y J. Thiriot. 1998. "Taller de vidrio y casas Andalusíes en Murcia. La excavación arqueológica del Casón de Puxmarina". *Memorias de Arqueología* 13: 419-58.

4.25. Jiménez, P; J. Navarro y J. Thiriot. 1998. "Taller de vidrio y casas Andalusíes en Murcia. La excavación arqueológica del Casón de Puxmarina". *Memorias de Arqueología* 13: 419-58.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	609/807



4.26. Jiménez, P; J. Navarro y J. Thiriot. 1998. "Taller de vidrio y casas Andalusíes en Murcia. La excavación arqueológica del Casón de Puxmarina". *Memorias de Arqueología* 13: 419-58.

4.27. Jiménez, P; J. Navarro y J. Thiriot. 1998. "Taller de vidrio y casas Andalusíes en Murcia. La excavación arqueológica del Casón de Puxmarina". *Memorias de Arqueología* 13: 419-58.

4.28. Jiménez, P; J. Navarro y J. Thiriot. 1998. "Taller de vidrio y casas Andalusíes en Murcia. La excavación arqueológica del Casón de Puxmarina". *Memorias de Arqueología* 13: 419-58.

4.29. Muñoz, F. y P. Jiménez. 1997. "Casas, hornos y muralla de la Murcia medieval, en un solar de la calle Sagasta esquina con Aistor". *Memorias de Arqueología* 12: 503-52.

4.30. Crespo Kayser, A. 2005. "Intervención arqueológica preventiva en calle de Fernando IV esquina con calle Hornos Caños de Jaén". *Anuario Arqueológico de Andalucía* 2006: 2649-2661.

4.31. Expósito, R. 2006. "Intervención arqueológica de urgencia en c/Cerrojo 32". *Anuario Arqueológico de Andalucía* 2006: 3358-71.

4.32. Google Earth.

4.33. Basado en Google Earth.

4.34. *The al-Andalus Glass Project*.

4.35. *The al-Andalus Glass Project*.

4.36. *The al-Andalus Glass Project*.

4.37. *The al-Andalus Glass Project.*

4. 38. *The al-Andalus Glass Project.*

4.39. Patronato de la Alhambra y el Generalife.

4.40. *Proyecto Talleres Reales de la Alhambra.*

4.41. Bermúdez López, J. 2002. "Estructura urbana de la Alhambra". *Cuadernos de la Alhambra* 38: 85-123.

4.42. *Proyecto Talleres Reales de la Alhambra.*

4.43. *Proyecto Talleres Reales de la Alhambra.*

4.44. *Proyecto Talleres Reales de la Alhambra.*

4.45. *Proyecto Talleres Reales de la Alhambra.*

4.46. *Proyecto Talleres Reales de la Alhambra.*

4.47. *Proyecto Talleres Reales de la Alhambra.*

4.48. *Proyecto Talleres Reales de la Alhambra.*

4.49. *Proyecto Talleres Reales de la Alhambra.*

4.50. *Proyecto Talleres Reales de la Alhambra.*

4.51. *Proyecto Talleres Reales de la Alhambra.*

4.52. *Proyecto Talleres Reales de la Alhambra.*

4.53. *Proyecto Talleres Reales de la Alhambra.*

4.54. *Proyecto Talleres Reales de la Alhambra.*

4.55. *Proyecto Talleres Reales de la Alhambra.*

4.56. *Proyecto Talleres Reales de la Alhambra.*

4.57. *Proyecto Talleres Reales de la Alhambra.*

4.58. *Proyecto Talleres Reales de la Alhambra.*

4.59. *Proyecto Talleres Reales de la Alhambra.*

4.60. *Proyecto Talleres Reales de la Alhambra.*

4.61. *Proyecto Talleres Reales de la Alhambra.*

4.62. *Proyecto Talleres Reales de la Alhambra.*

4.63. *Proyecto Talleres Reales de la Alhambra.*

4.64. *Proyecto Talleres Reales de la Alhambra.*

4.65. *Proyecto Talleres Reales de la Alhambra.*

4.66. *Proyecto Talleres Reales de la Alhambra.*

4.67. Lazar, I. 2006. "An oil lamp from Slovenia depicting a Roman glass furnace". *Vjesnik za arheologiju i povijest dalmatinsku* 99: 227-34.

4.68. Patronato de la Alhambra y el Generalife.

4.69. Patronato de la Alhambra y el Generalife.

## Capítulo 5.

Figura 5.1. Cañellas I Martínez, S. y M. C. Domínguez Rodes. 2008. "Els forns de vidre a Barcelona I la seva rogalia (segles XIV-XVI)". *Anuario de Estudios Medievales* 38: 611-37.

Figura 5.2. Whitehouse, D. 1993. "Three Islamic moulds". *Journal of Glass Studies* 35: 149-53.

Figura 5.3. Hoover, H. y Hoover, L. H. (trans). 1950. *Georgius Agricola. De Re Metallica*. Nueva York. Dover.

## Capítulo 6.

6.1. Producción propia.

6.2. Producción propia.

6.3. Producción propia.

6.4. Producción propia.

6.5. Producción propia.

6.6. Producción propia.

6.7. Producción propia.

6.8. Producción propia.

6.9. Producción propia.

6.10. Producción propia.

6.11. Producción propia.

6.12. Producción propia.

6.13. Producción propia.

6.14. *The al-Andalus Glass Project.*

6.15. Producción propia.

6.16. Producción propia.

6.17. Producción propia.

6.18. Producción propia.

6.19. Producción propia.

6.20. Producción propia.

6.21. Producción propia.

6.22. Producción propia.

6.23. Producción propia.

6.24. Producción propia.

6.25. Producción propia.

6.26. *The al-Andalus Glass Project.*

6.27. Producción propia.

6.28. Producción propia.

6.29. Producción propia.

6.30. *The al-Andalus Glass Project.*

6.31. Producción propia.

6.32. Producción propia.

6.33. Producción propia.

6.34. Producción propia.

6.35. Producción propia.

6.36. Producción propia.

6.37. Producción propia.

6.38. Producción propia.

6.39. Producción propia.



6.40. Producción propia.

6.41. Producción propia.

6.42. Producción propia.

6.43. Producción propia.

6.44. Producción propia.

6.45. Producción propia.

6.46. Producción propia.

6.47. Producción propia.

6.48. Producción propia.

6.49. Producción propia.

6.50. Producción propia.

6.51. Producción propia.

6.52. Producción propia.

6.53. Producción propia.

6.54. Producción propia.

6.55. Producción propia.

6.56. Producción propia.

6.57. *The al-Andalus Glass Project.*

6.58. Producción propia.

6.59. Producción propia.

6.60. Producción propia.

6.61. Producción propia.

6.62. Producción propia.

6.63. Producción propia.

6.64. *The al-Andalus Glass Project.*

6.65. Producción propia.

6.66. Producción propia.

6.67. Producción propia.

6.68. Producción propia.


6.69. Producción propia.

6.70. Producción propia.

6.71. Producción propia.

6.72. Producción propia.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	618/807



# **El papel social y político de las pirotecnologías en la Edad Media Hispana y fórmulas de transmisión: vidrio y cerámicas vidriadas**

**Vol. 2**

**Tesis doctoral presentada por:  
David J. Govantes-Edwards**

**Bajo la dirección de Prof. Dr. Ricardo Córdoba de la Llave  
(Universidad de Córdoba)**

**Facultad de Filosofía y Letras  
Departamento de Historia  
Facultad de Filosofía y Letras  
Universidad de Córdoba**

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	619/807



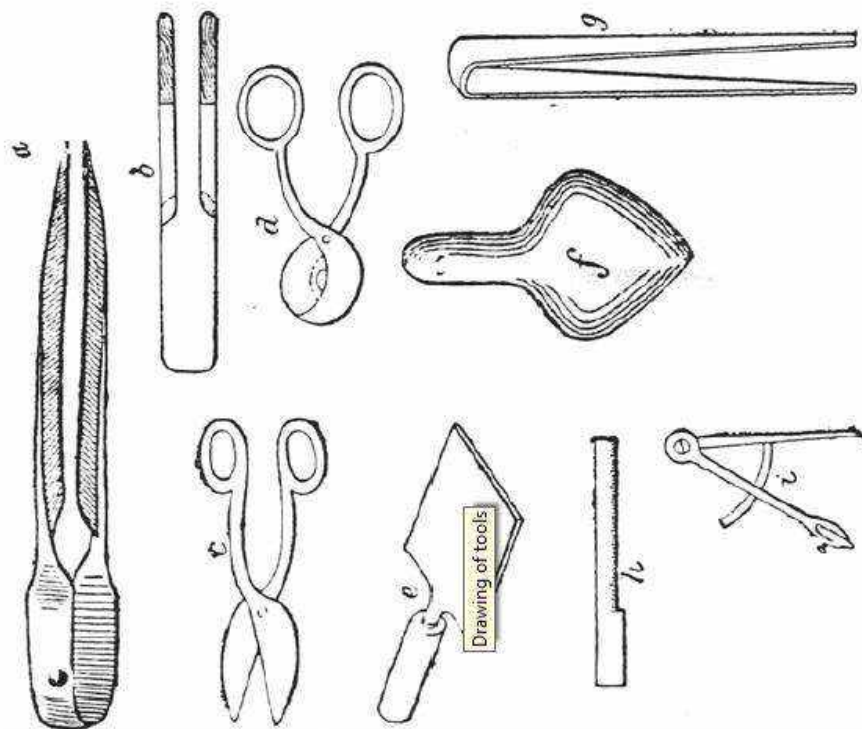


Figure 1. 1. 19<sup>th</sup>-century glassblower's toolkit. This toolkit would have been virtually indistinguishable from the one used by medieval glassmakers.



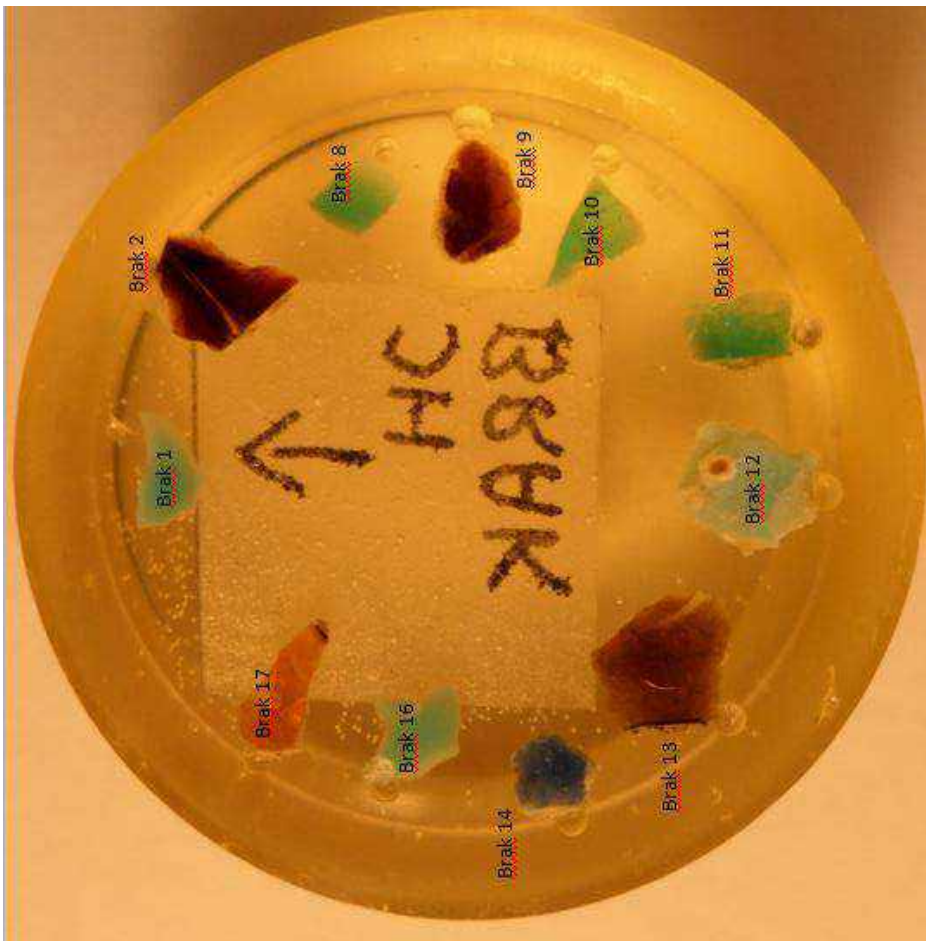


Figure 1.2. Sample block ready for EMPA.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	621/807





Figura 2.1. Losa de vidrio excavada en el yacimiento de Beth She'arim (Israel).

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	622/807



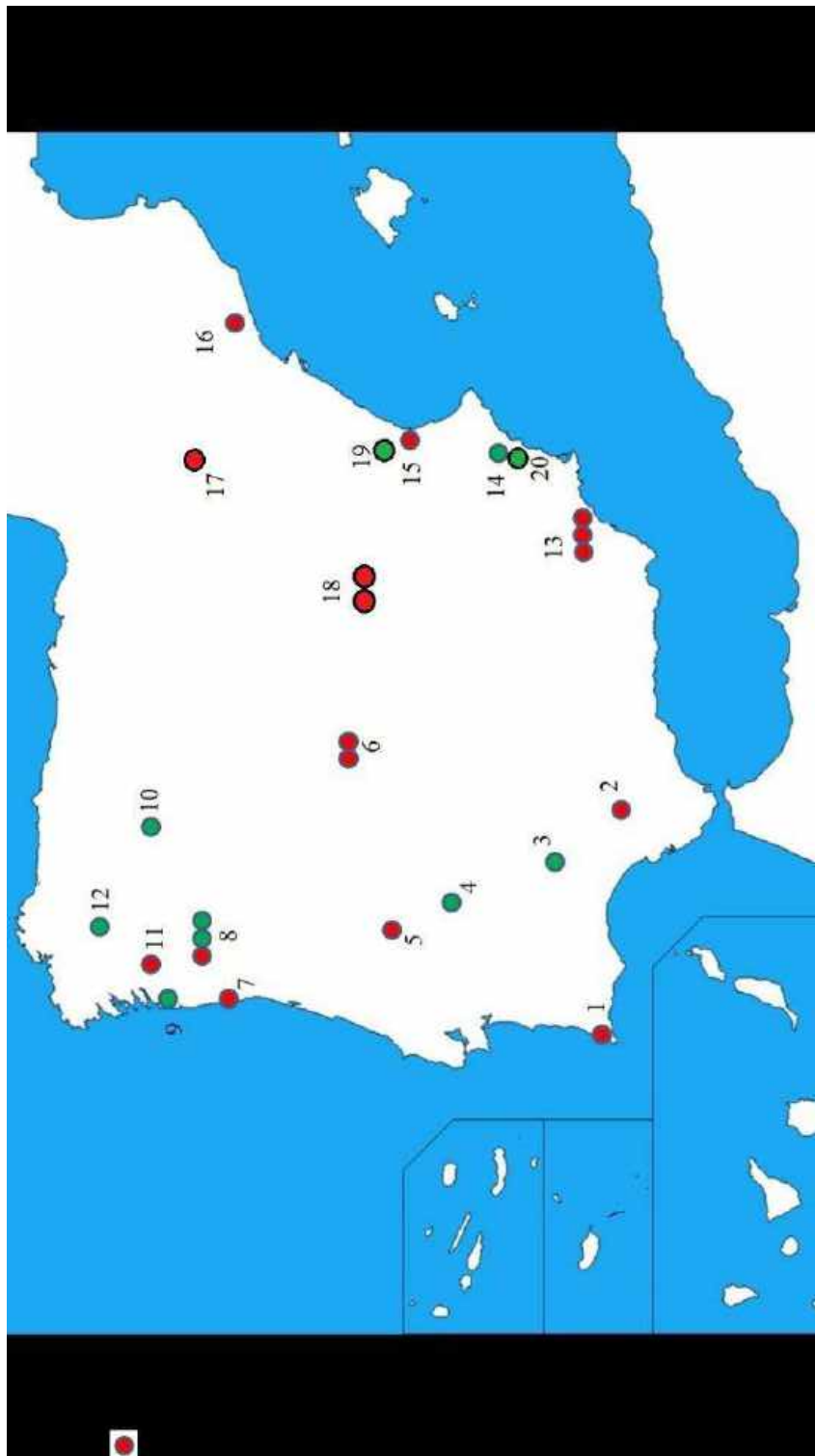


Figura 2.2. Ubicación de evidencias de producción de vidrio entre el siglo IV el siglo VII. Los puntos rojos señala la localización de talleres con hornos, mientras que los verdes indican evidencias indirectas (ver Capítulo 1). 1. Faro; 2. Ronda; 3. Sevilla; 4. Mérida; 5. Ammaia; 6. Ávila; 7. Caldas de Rei; 8. Braga; 9. Vigo; 10. Astorga; 11. Tui; 12. Lugo; 13. Cartagena; 14. El Albir; 15. Valencia; 16. Tarragona; 17. Zaragoza; 18. Recópolis; 19. Valencia La Vella; 20. Benalúa.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	623/807





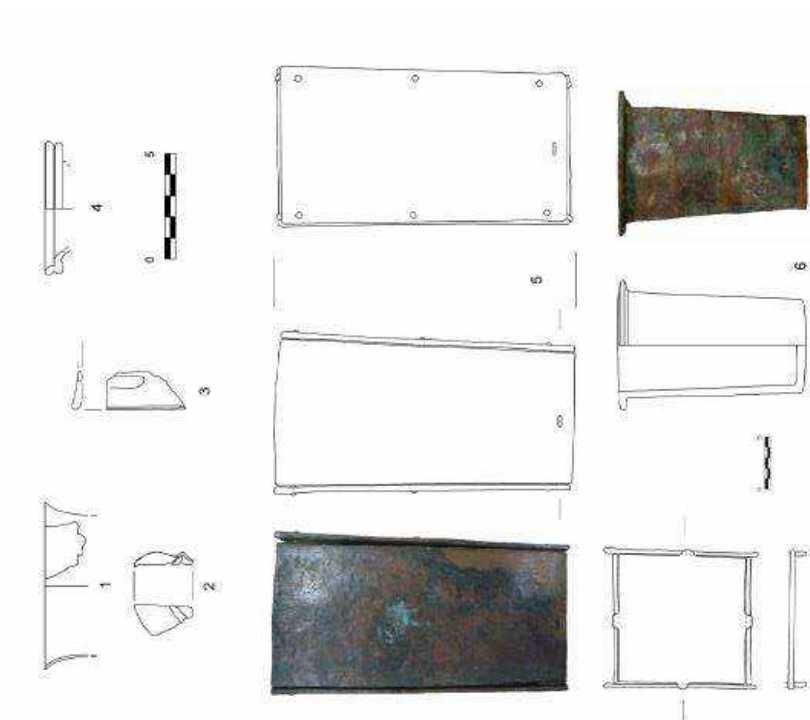


Figura 2.3 Perfiles de algunas de las piezas halladas en el taller de la Calle Sabaters de Valencia, y perfiles y alzados de los dos moldes hallados en conexión con el taller, que pudieron haber servido para la producción de botellas prismáticas

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	624/807



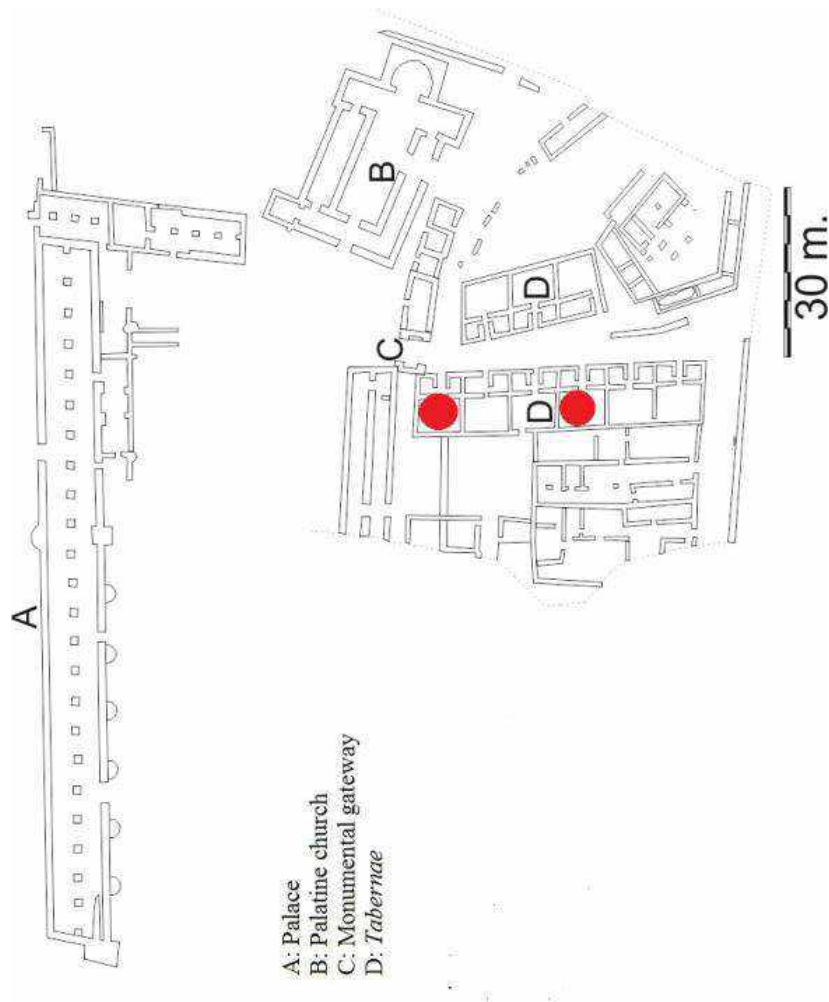


Figura 2.4. Los puntos rojos marcan la ubicación de los talleres de vidrio en la zona noble de Recópolis. A: Palacio; B: Iglesia palatina; C: Puerta monumental; D: *Tabernae*

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	625/807





Figura. 2.5. Horno 1 de Recópolis.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	626/807





Figura 2.6. Horno 2 de Recópolis.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	627/807



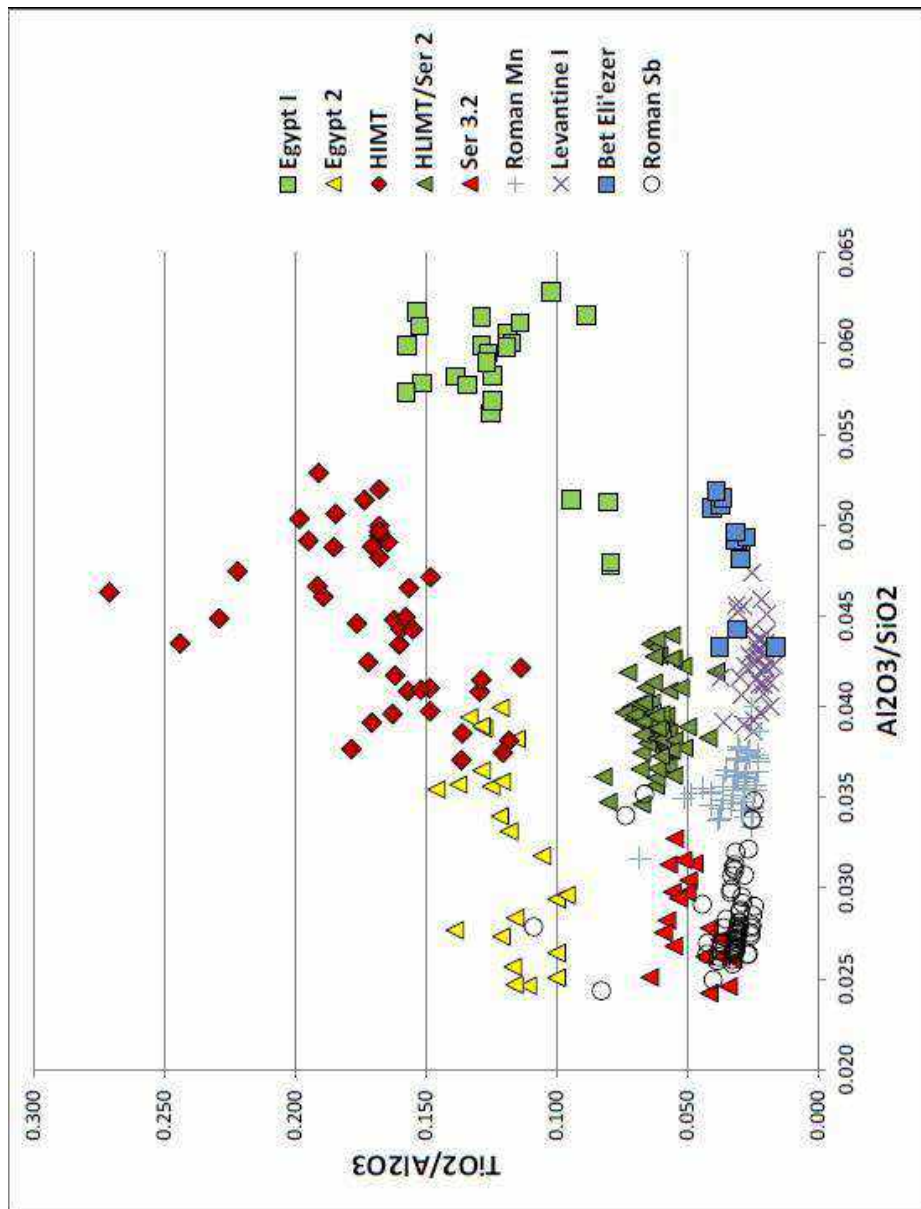


Figura 2.7 . Agrupamientos de varios de los principales grupos composicionales de época tardorromana y tardoantigua, en función de la relación  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ - $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ , que delata el uso de fuentes distintas de arena

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	628/807





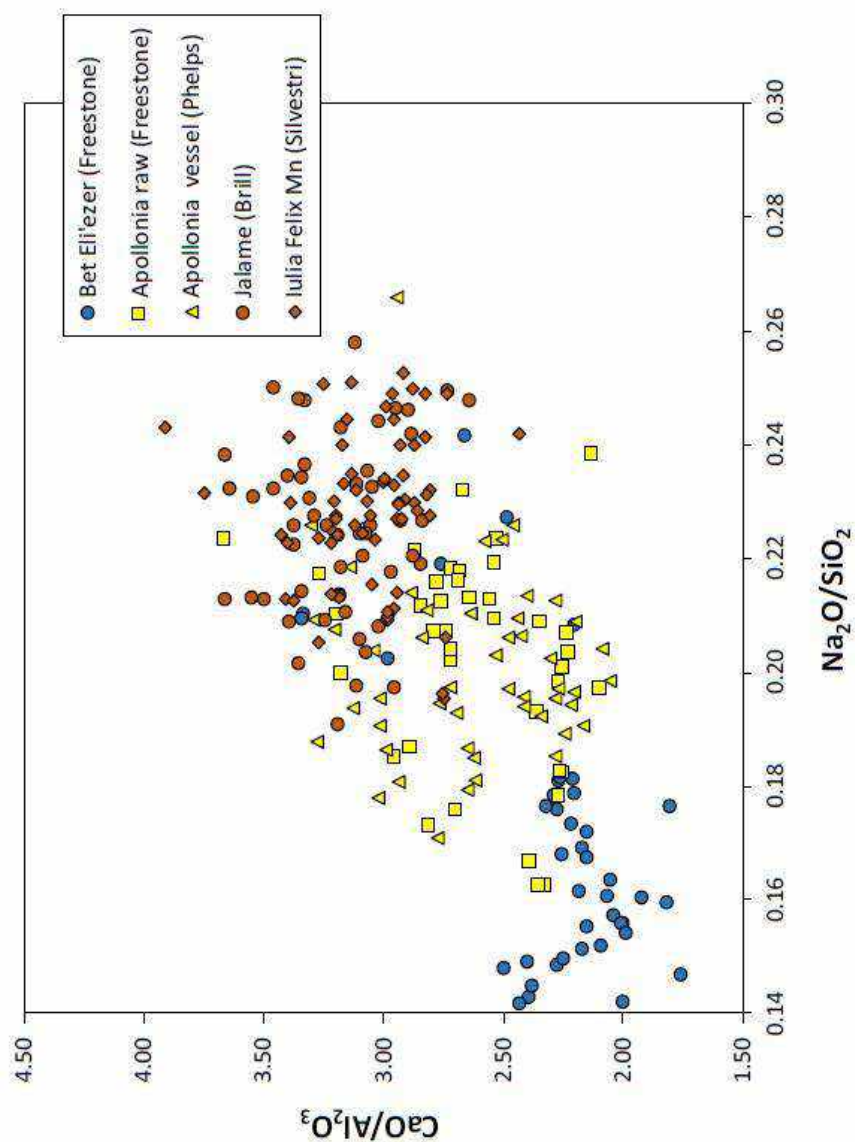


Figura. 2.8. Agrupamientos de los grupos composicionales correspondientes a los talleres identificados en la zona Sirio-Palestina en época tardorromana y tardoantigua, en función de la relación  $\text{Na}_2\text{O}/\text{SiO}_2$ - $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	629/807



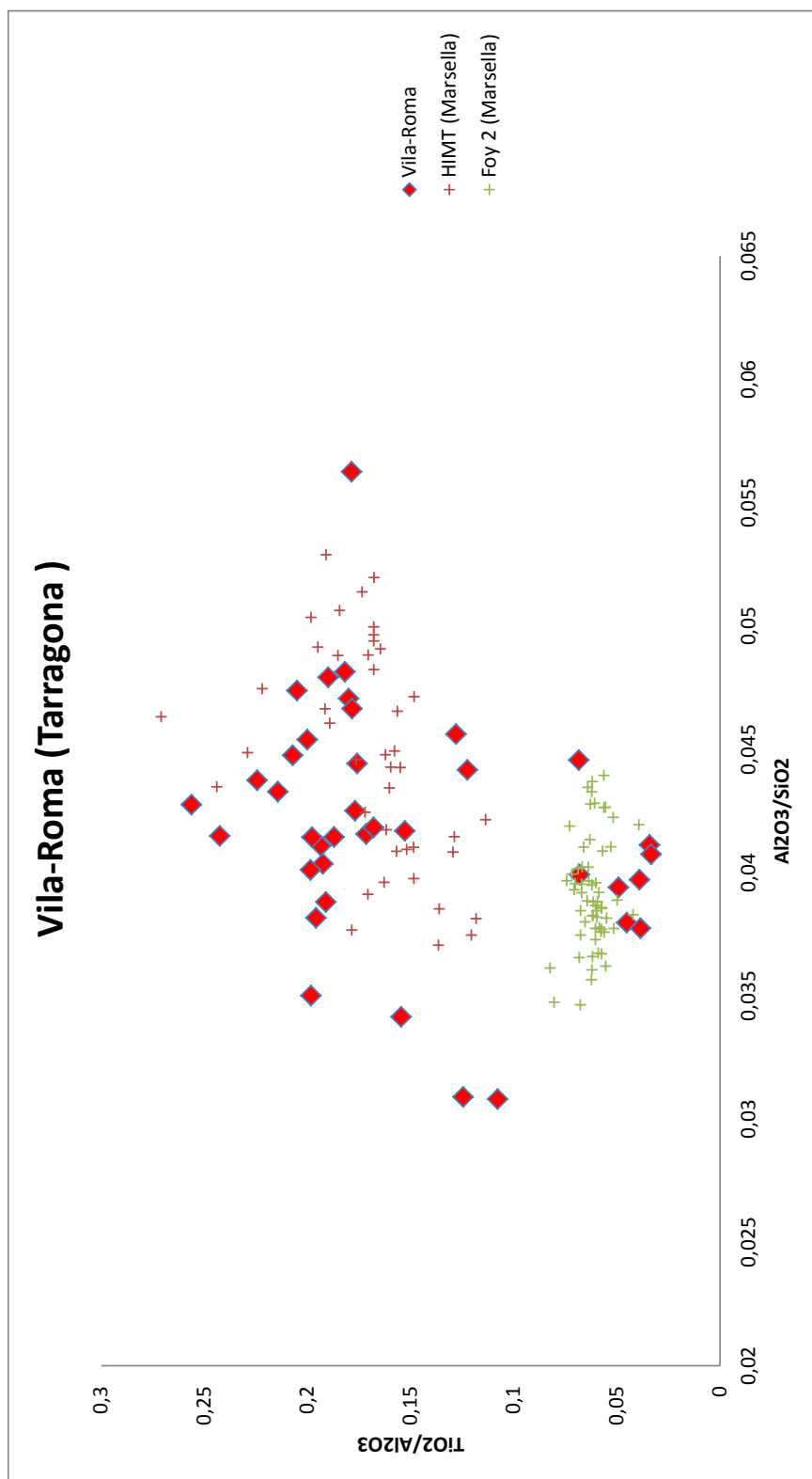


Figura 2. 9. Esta figura presenta los resultados de plotear los vidrios de Vila-Roma (Tarragona), en su relación entre las ratios  $(\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2-\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3)$ , y en contraste con las series 1 (HIMT) y 2 de Foy.



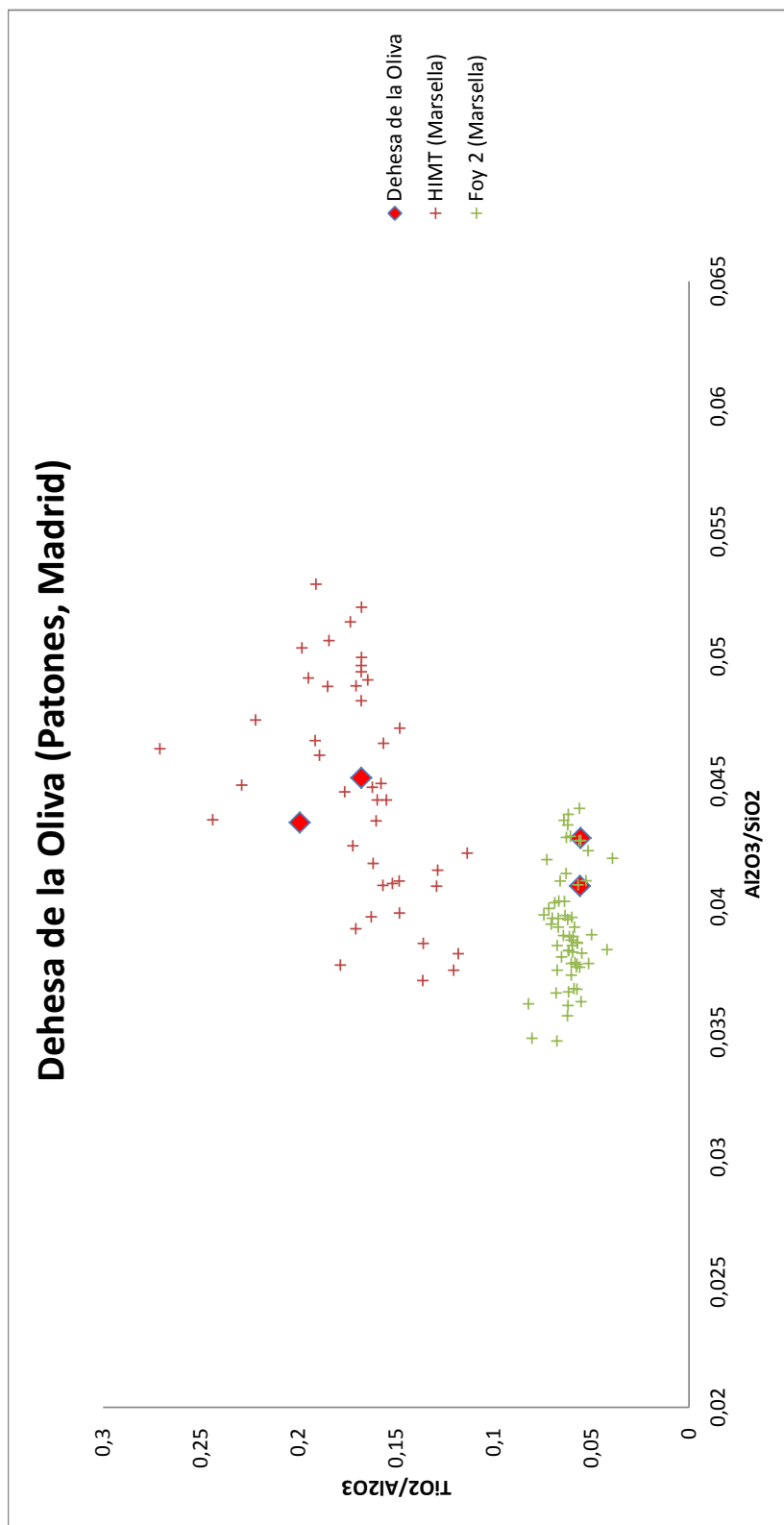


Figura 2. 10. Esta figura presenta los resultados de plotear los vidrios de Dehesa de la Oliva (Patones, Madrid), en su relación entre las ratios  $(Al_2O_3/SiO_2-TiO_2/Al_2O_3)$ , y en contraste con las series 1 (HIMT) y 2 de Foy.





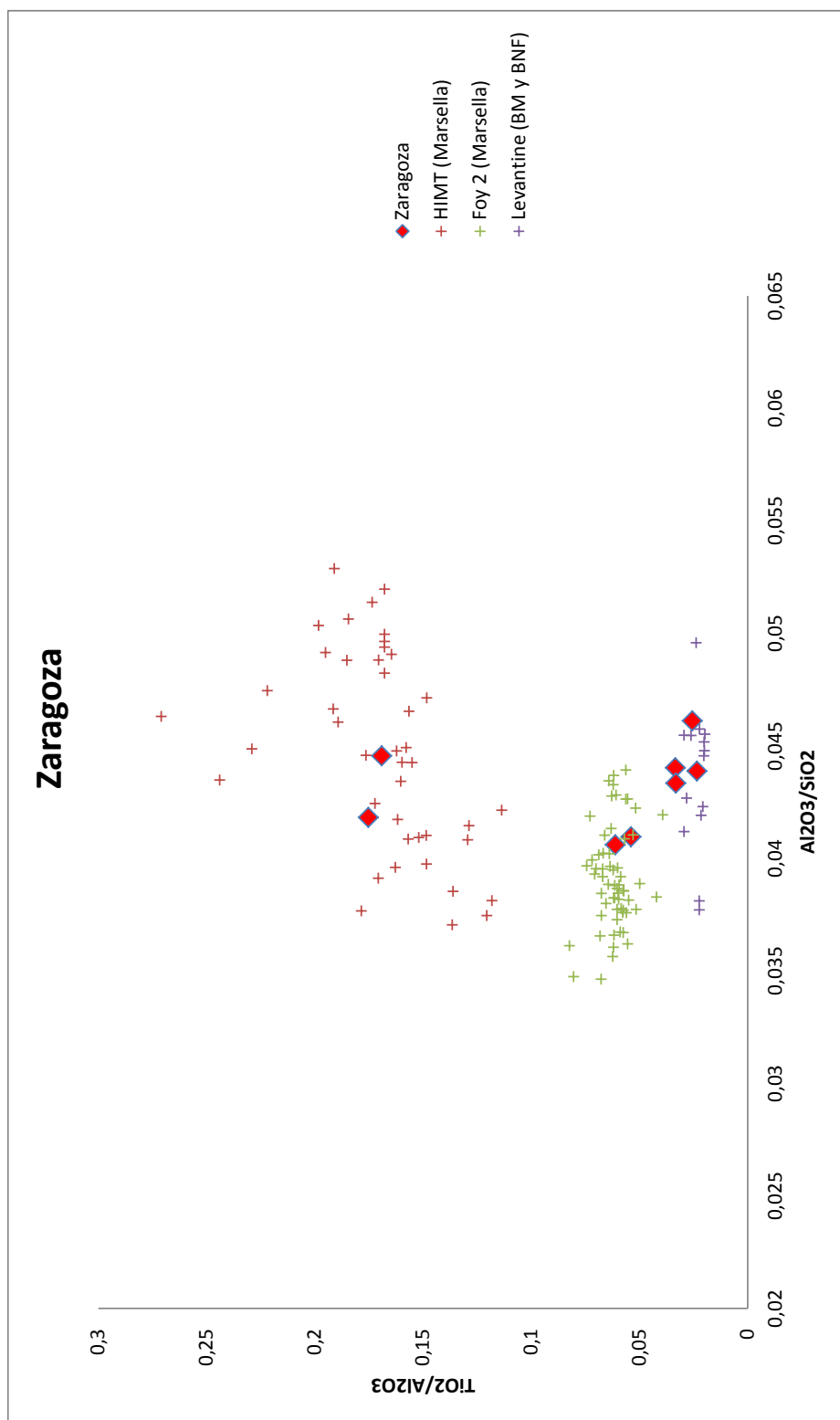


Figura 2.11. Esta figura presenta los resultados de plotear los vidrios de Zaragoza (varios yacimientos), en su relación entre las ratios ( $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ - $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ), y en contraste con las series 1 (HIMT) y 2 de Foy y Levantine (todos los grupos).



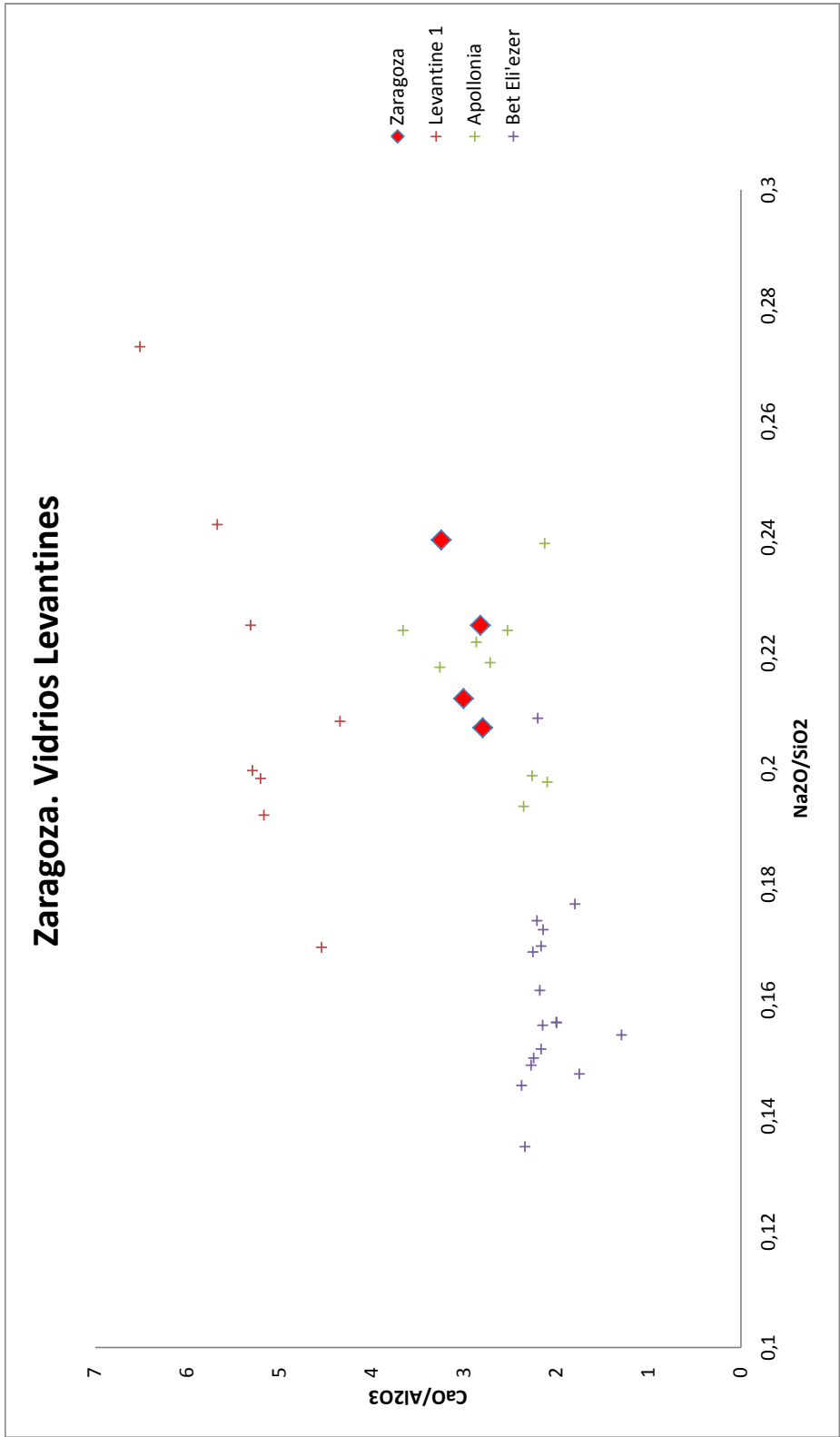


Figura 2.12. Esta figura presenta los resultados de plotear los vidrios de Zaragoza (varios yacimientos), en su relación entre las ratios ( $\text{Na}_2\text{O}/\text{SiO}_2$ - $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ ), y en contraste con los grupos Levantine 1 (Jalame), Apollonia y Bet El'ezer.



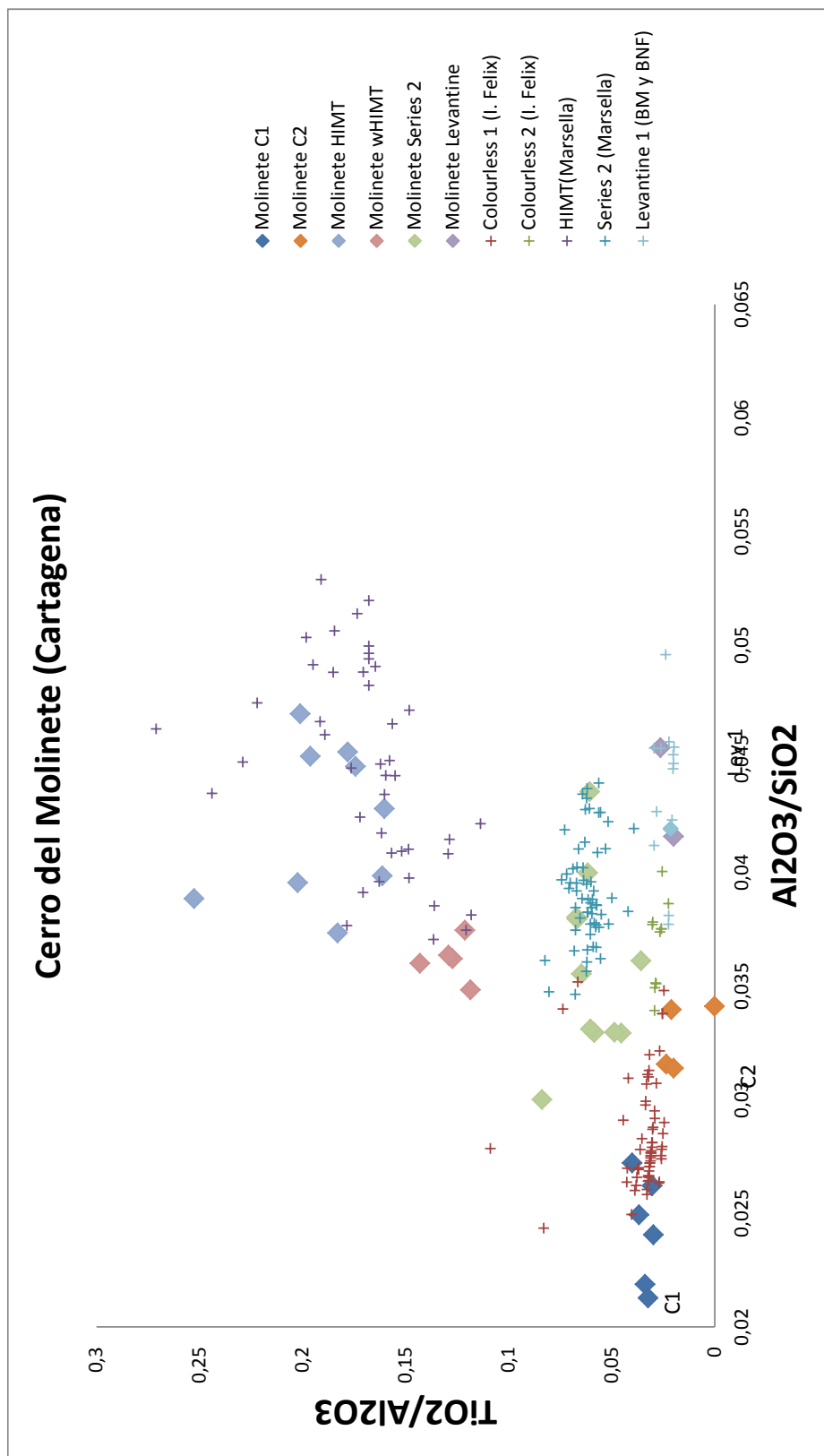
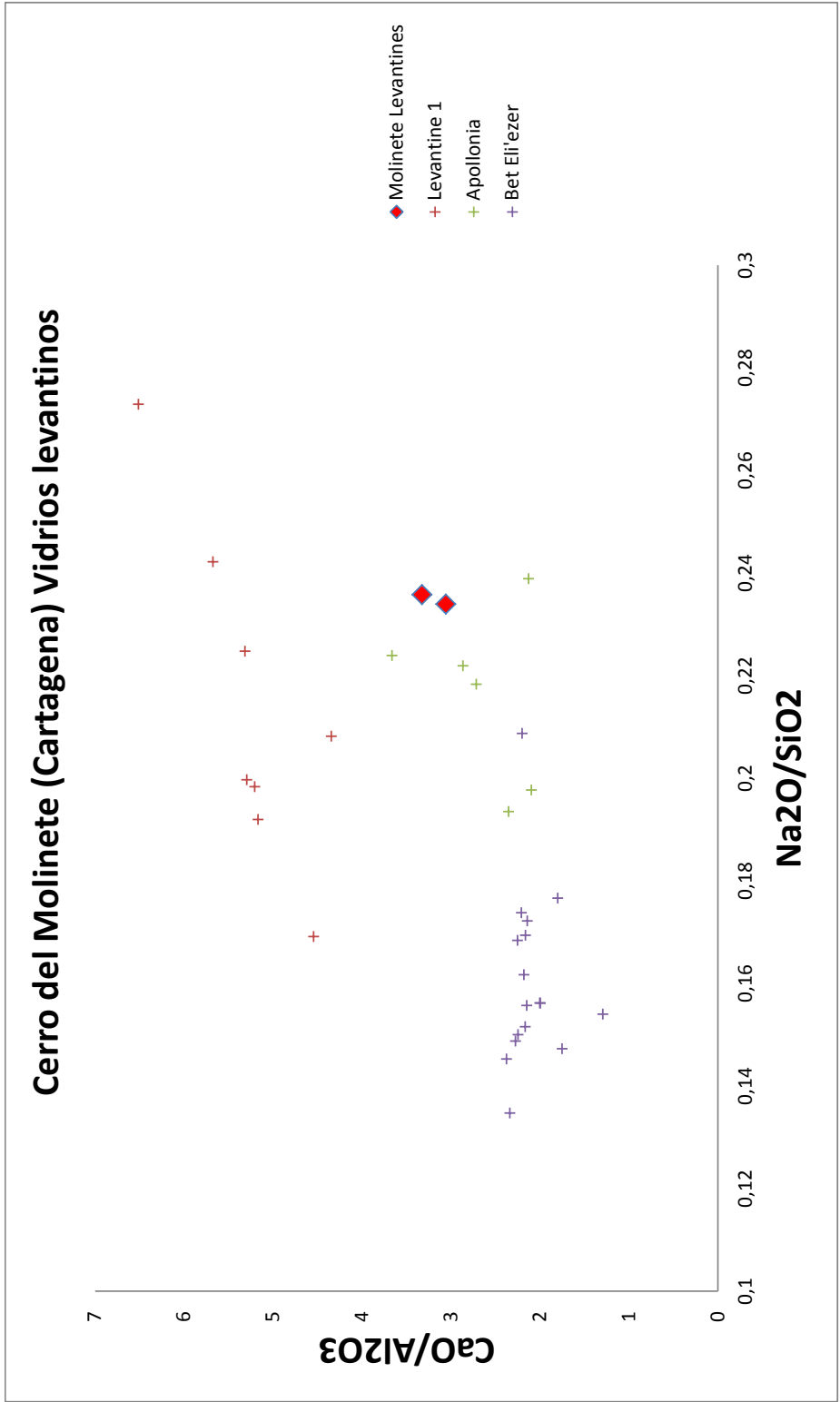


Figura 2.13. Esta figura presenta los resultados de plotear los vidrios de El Cerro del Molinete, en su relación entre las ratios  $(Al_2O_3/SiO_2-TiO_2/Al_2O_3)$ , y en contraste con otros grupos de vidrio de natrón.





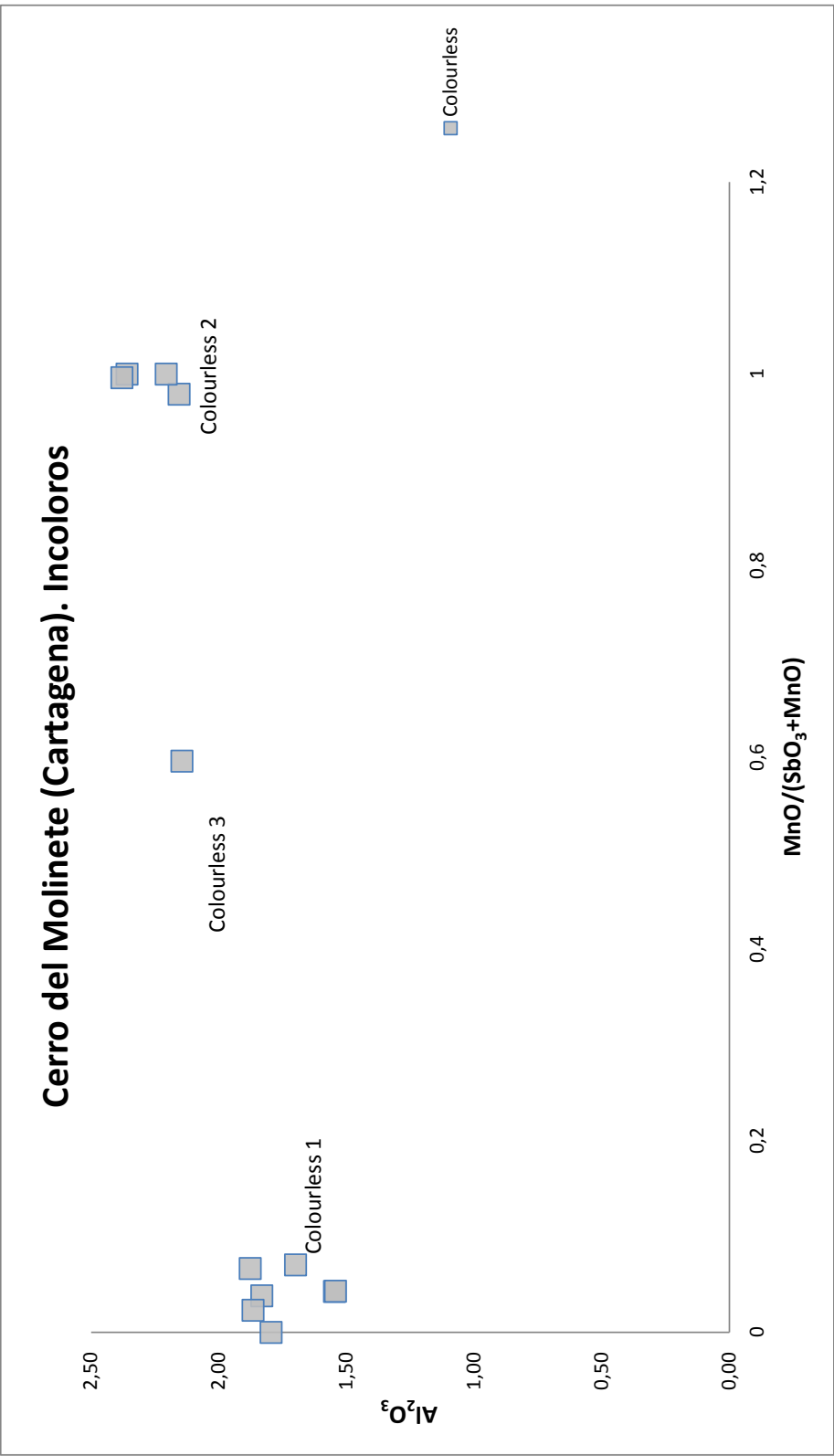


Figura 2.15. Esta figura presenta los resultados de plotear los vidrios incoloros de El Cerro del Molinete, en su relación entre las ratios  $\text{MnO}/(\text{SbO}_3+\text{MnO}-\text{Al}_2\text{O}_3)$ , que permite representar la posición intermedia, probable producto del reciclaje, del grupo Colourless 3 con respecto a los grupos Colourless 1 y Colourless 2.



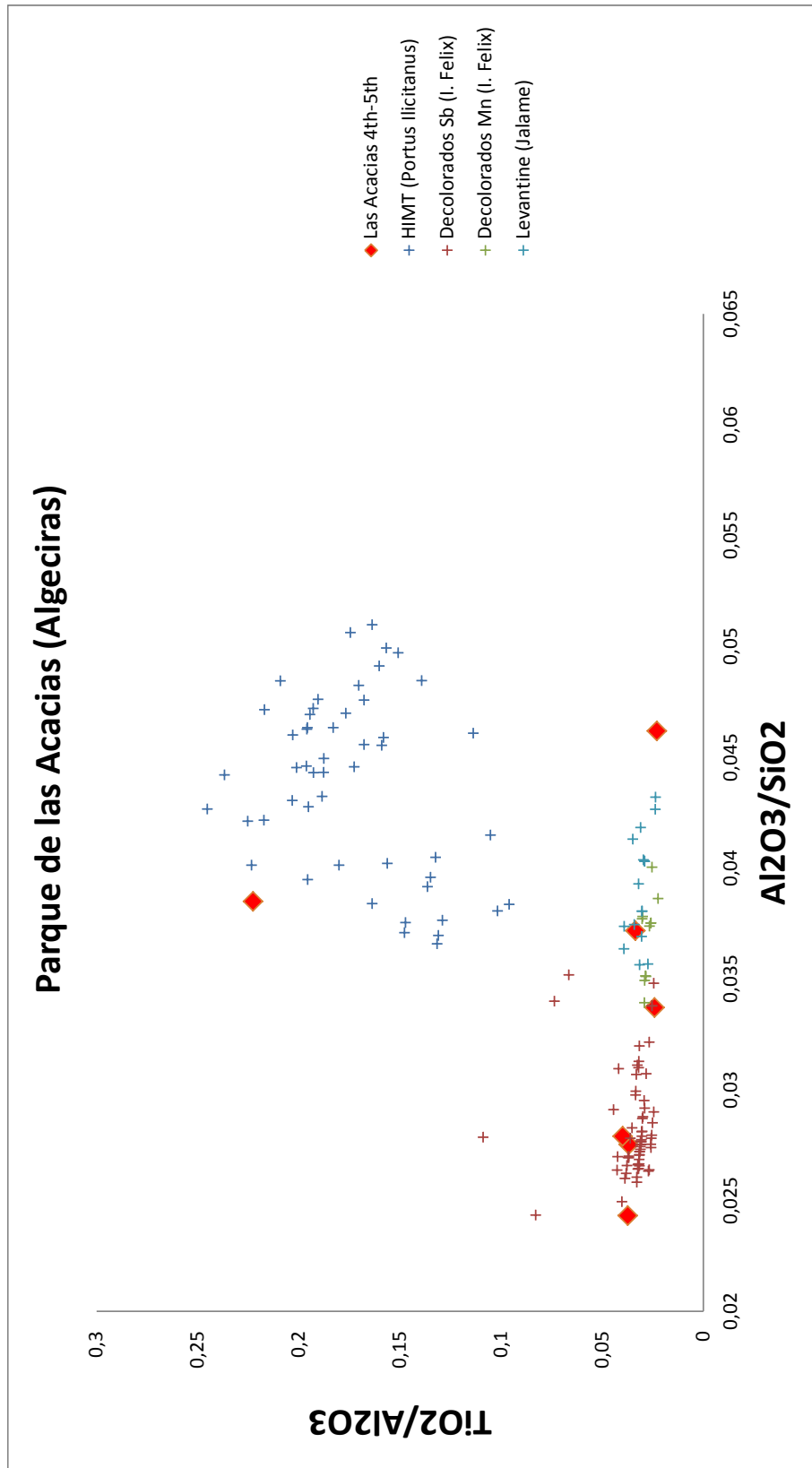


Figura 2.16. Esta figura presenta los resultados de plotear los vidrios de El Parque de las Acacias (siglos IV-V), en su relación entre las ratios  $(\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2\text{-TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3)$ , y en contraste con otros grupos de vidrio de natrón



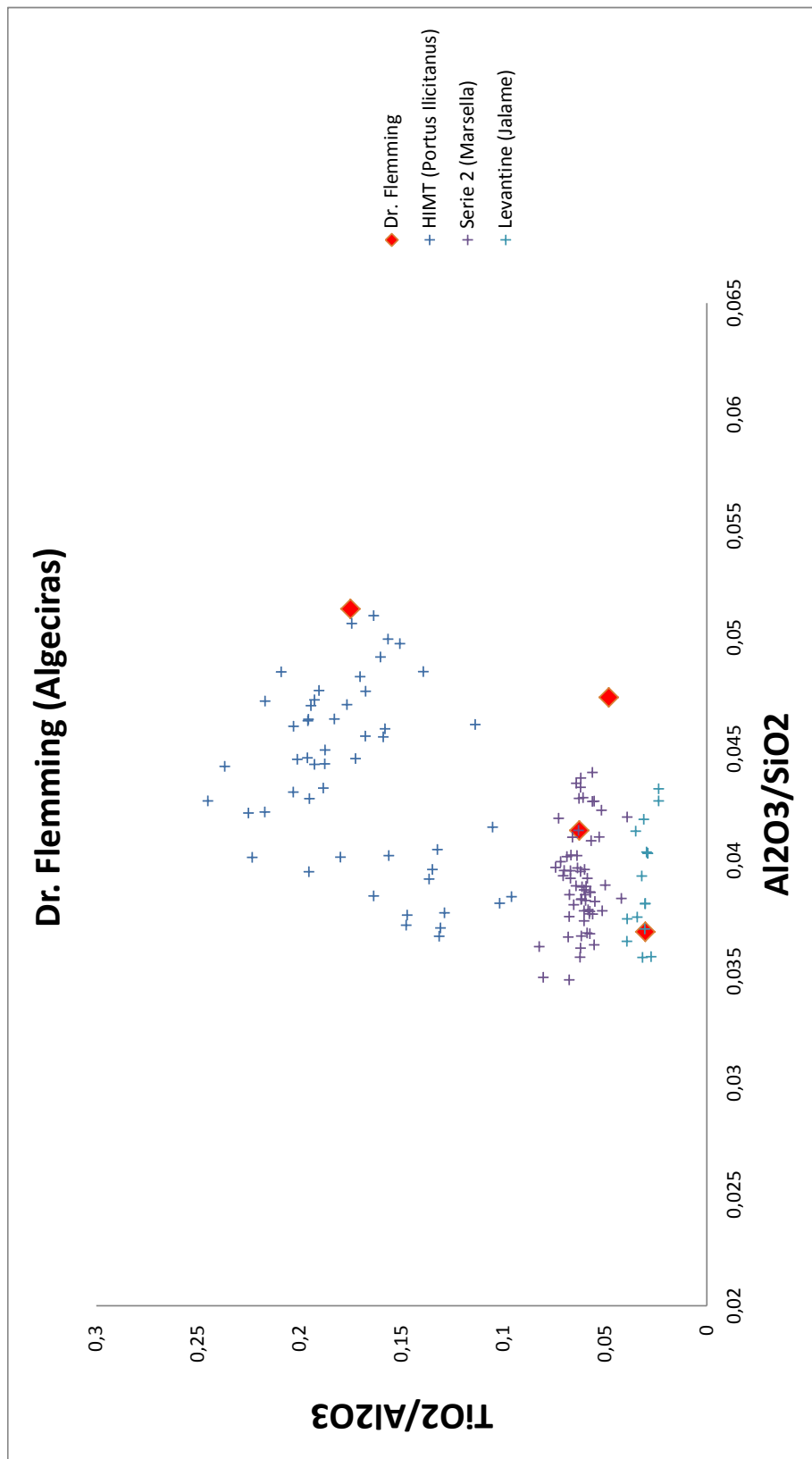


Figura 2.17. Esta figura presenta los resultados de plotear los vidrios de c/Dr. Flemming en su relación entre las ratios ( $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ - $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ), y en contraste con otros grupos de vidrio de natrón.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	638/807



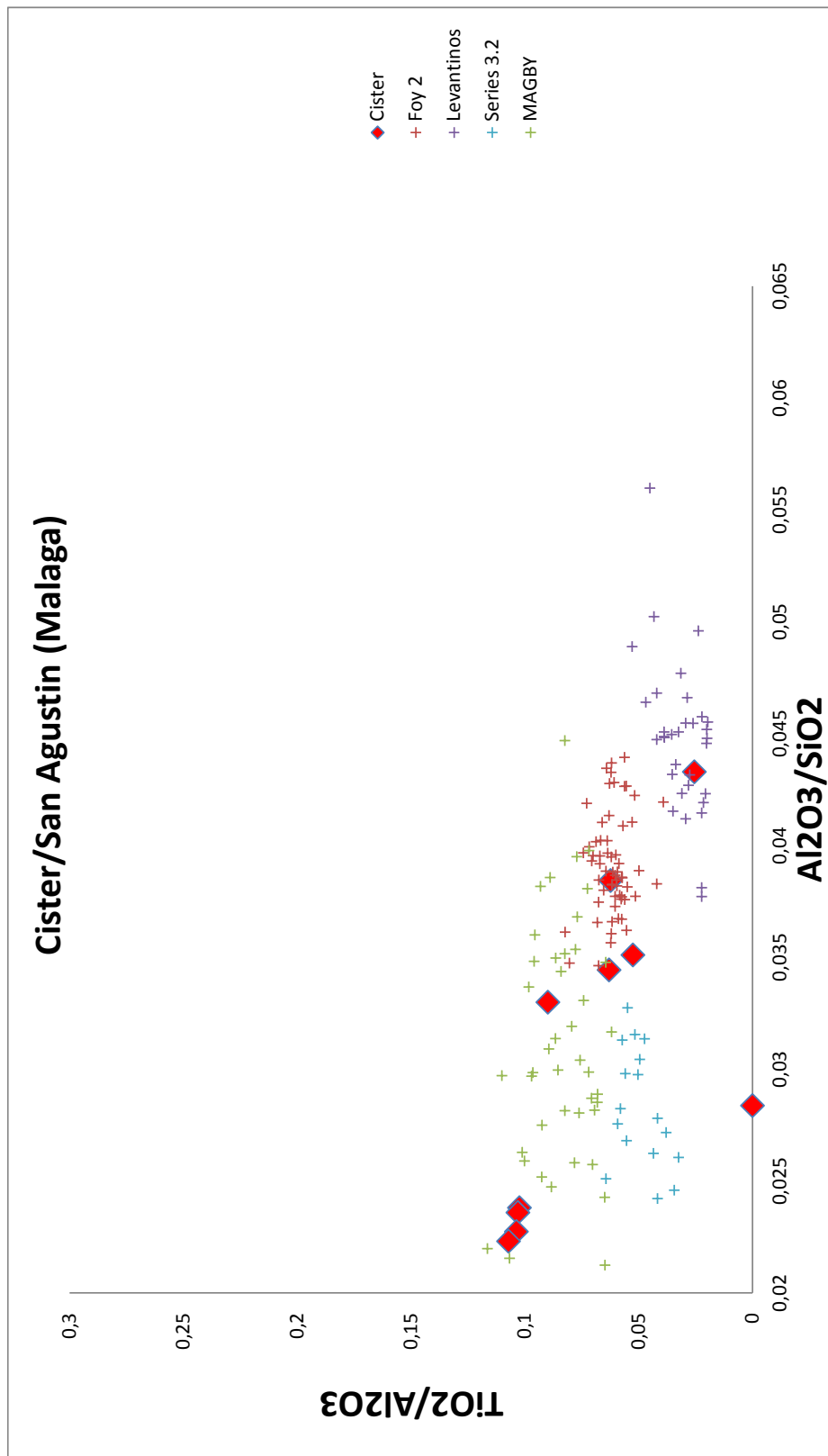


Figura 2.18. Esta figura presenta los resultados de plotear los vidrios de Cister/San Agustín en su relación entre las ratios  $(\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2-\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3)$ , y en contraste con otros grupos de vidrio de natrón.







Figura 2.19. Fragmento de vidrio en bruto del que se extrajo la muestra MA-ESP75

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	640/807



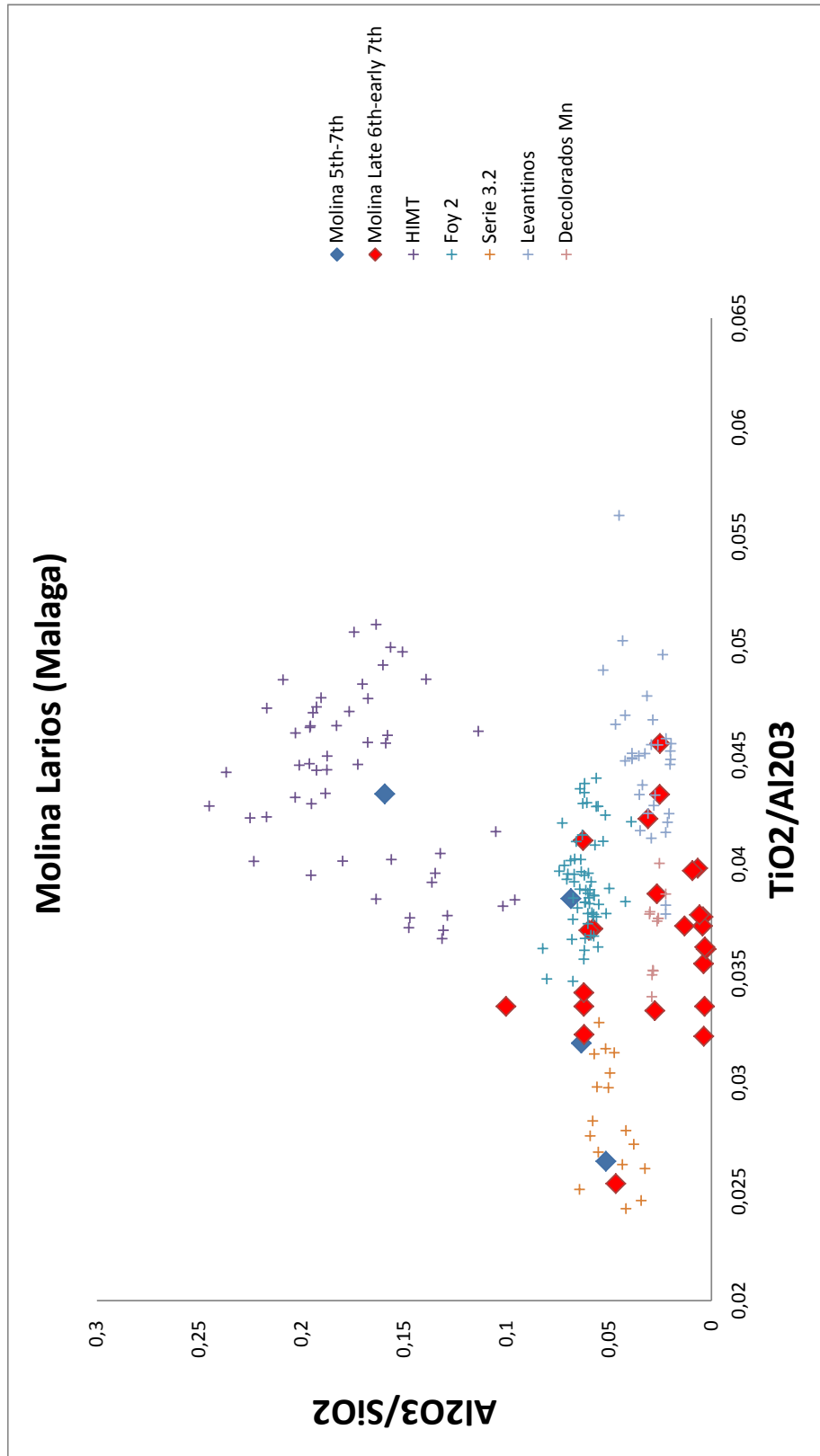


Figura 2.20. Esta figura presenta los resultados de plotear los vidrios Molina Larios en su relación entre las ratios ( $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2\text{-TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ), y en contraste con otros grupos de vidrio de natrón.





Figura 2.21. Fragmento informe del que se extrajo la muestra MA-ESP52



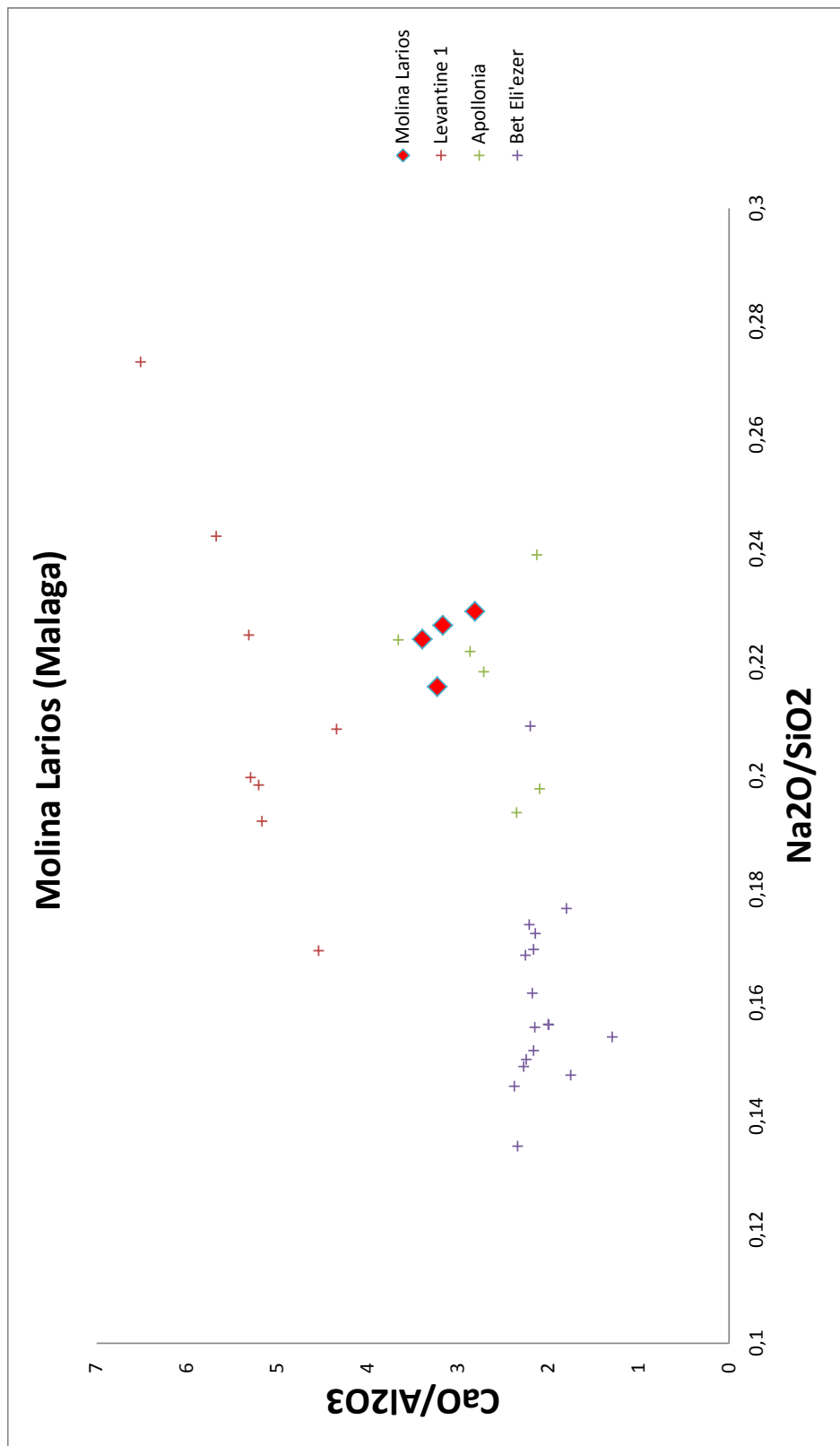


Figura 2.22. Esta figura presenta los resultados de plotear los vidrios de Molina Larios, en su relación entre las ratios (Na<sub>2</sub>O/SiO<sub>2</sub>-CaO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), y en contraste con los grupos Levantine 1 (Jalame), Apollonia y Bet El'ezer.



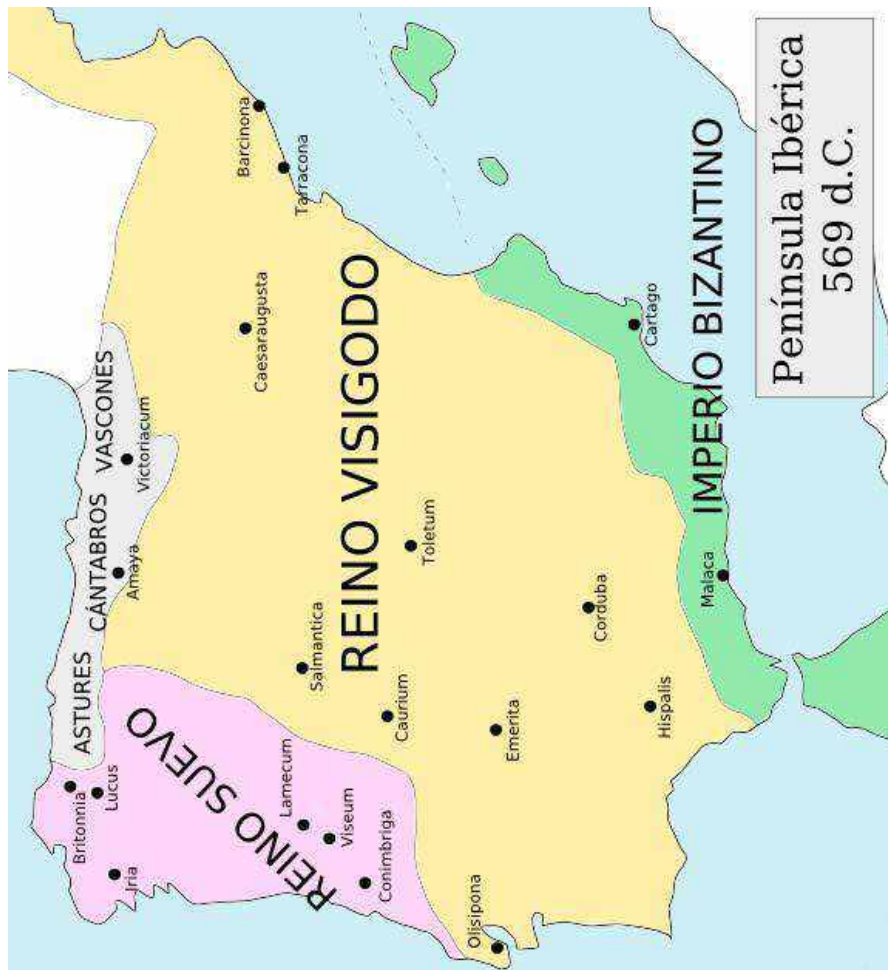


Figura 2.23. Distribución de la Península Ibérica en 569

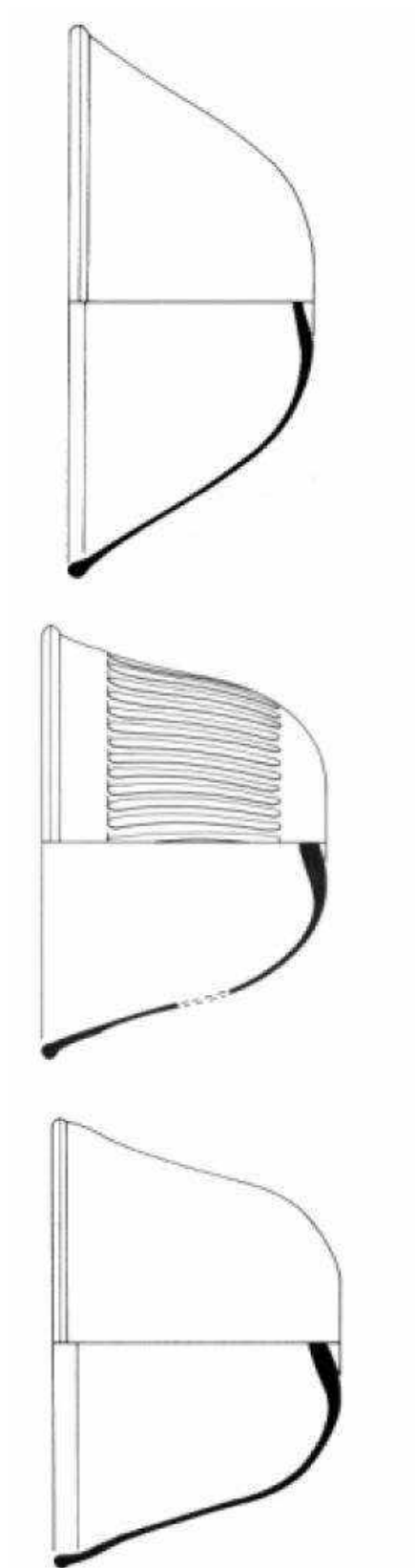




Figura 2.24. Horno de vidrio hallado en El Cerro del Molinete (Cartagena).

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	645/807





2.25. Taças campanuladas procedentes de Braga

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	646/807





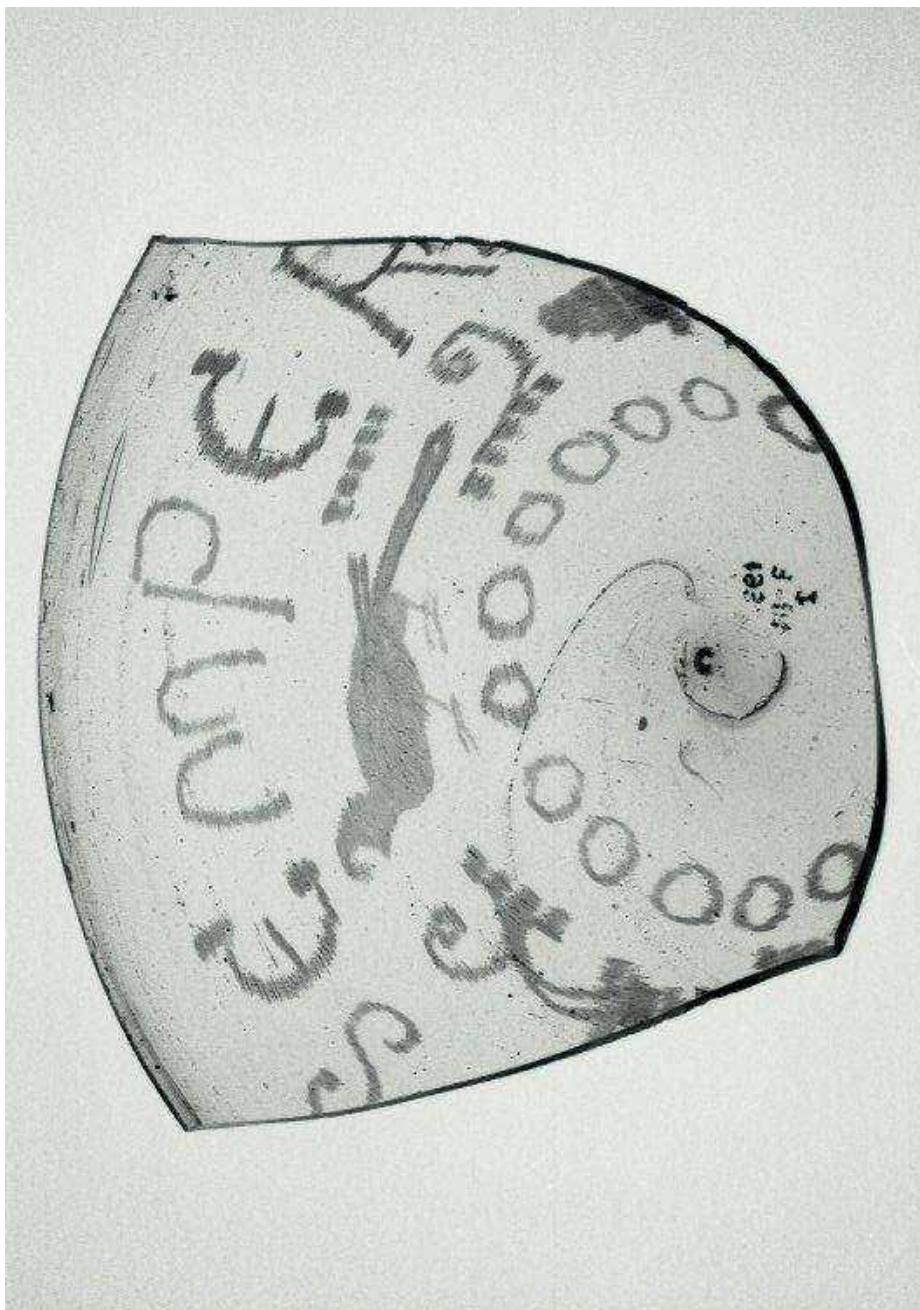


2.26. Cuenco decorado por abrasión de la zona de producción de c/Rosalía de Castro (Vigo).

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	647/807







2.27. Cuenco decorado por abrasión de Holme Pierrepont (Nottinghamshire, Reino Unido).

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	648/807



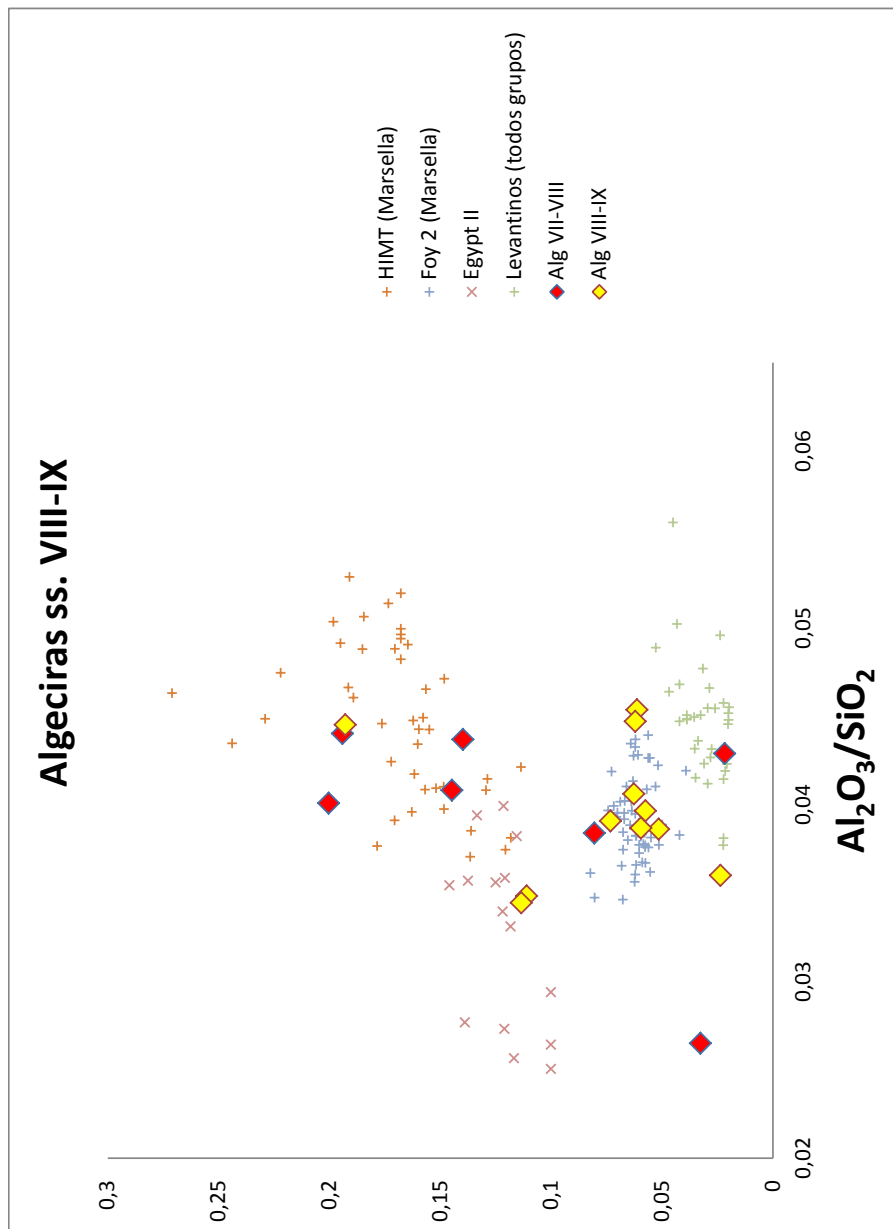


Figura 3.1. Esta figura presenta los resultados de plotear los vidrios de c/Rocha, c/San Antonio y Patio del Loro (Algeciras), en su relación entre las ratios  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ - $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ , y en contraste con otros grupos de vidrio de natrón.



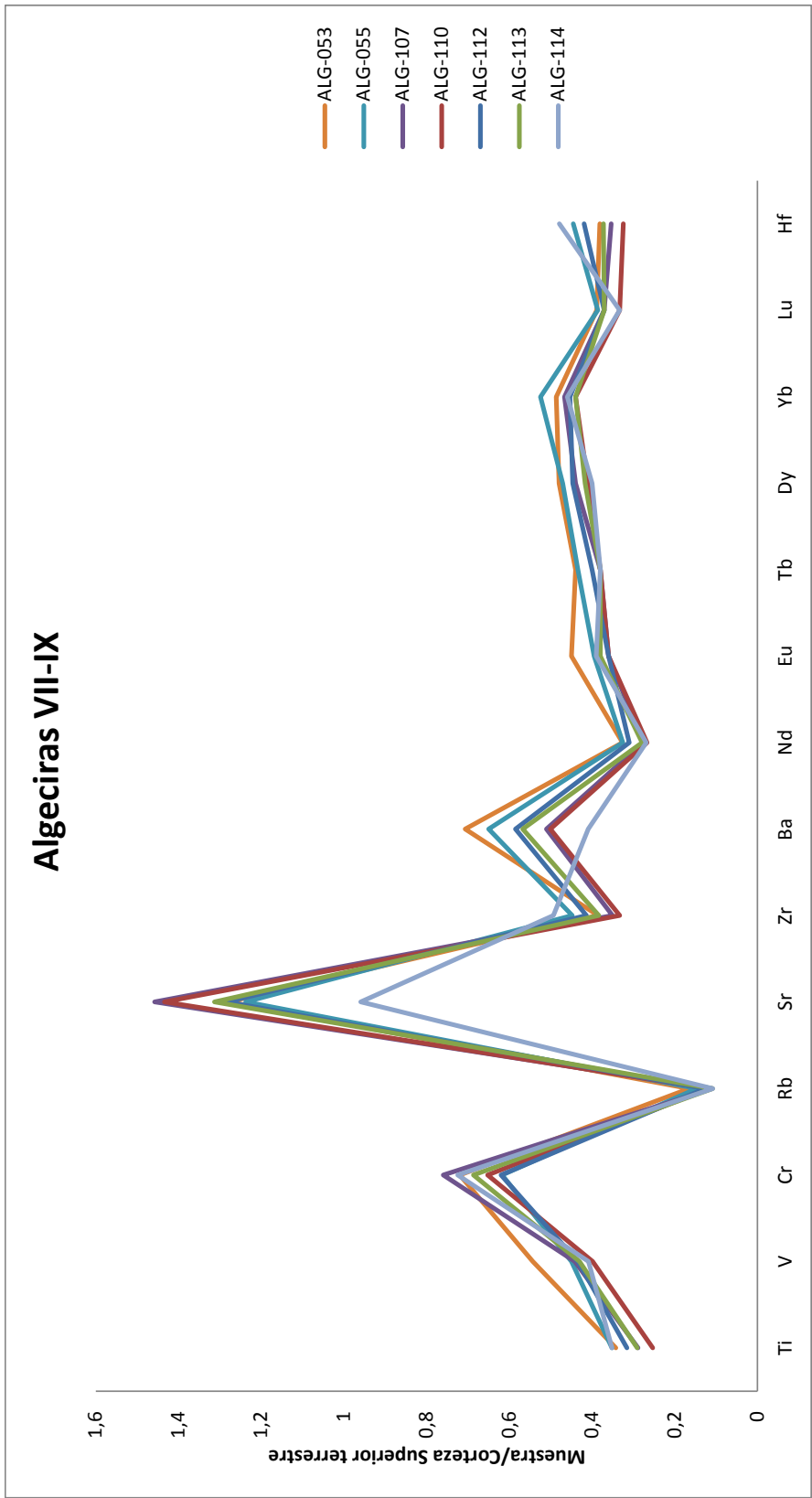


Figura 3.2. Comparación del perfil de una selección de elementos traza en las muestras ALG-053, ALG-055, ALG-107, ALG-110, ALG-112, ALG-113 y ALG-114, normalizados al contenido medio de la corteza superior terrestre.





3.3. Fragmento del posible crisol del que se extrajo la muestra ALG-051

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	651/807





3.4 Fragmento del posible crisol del que se extrajo la muestra ALG-052.



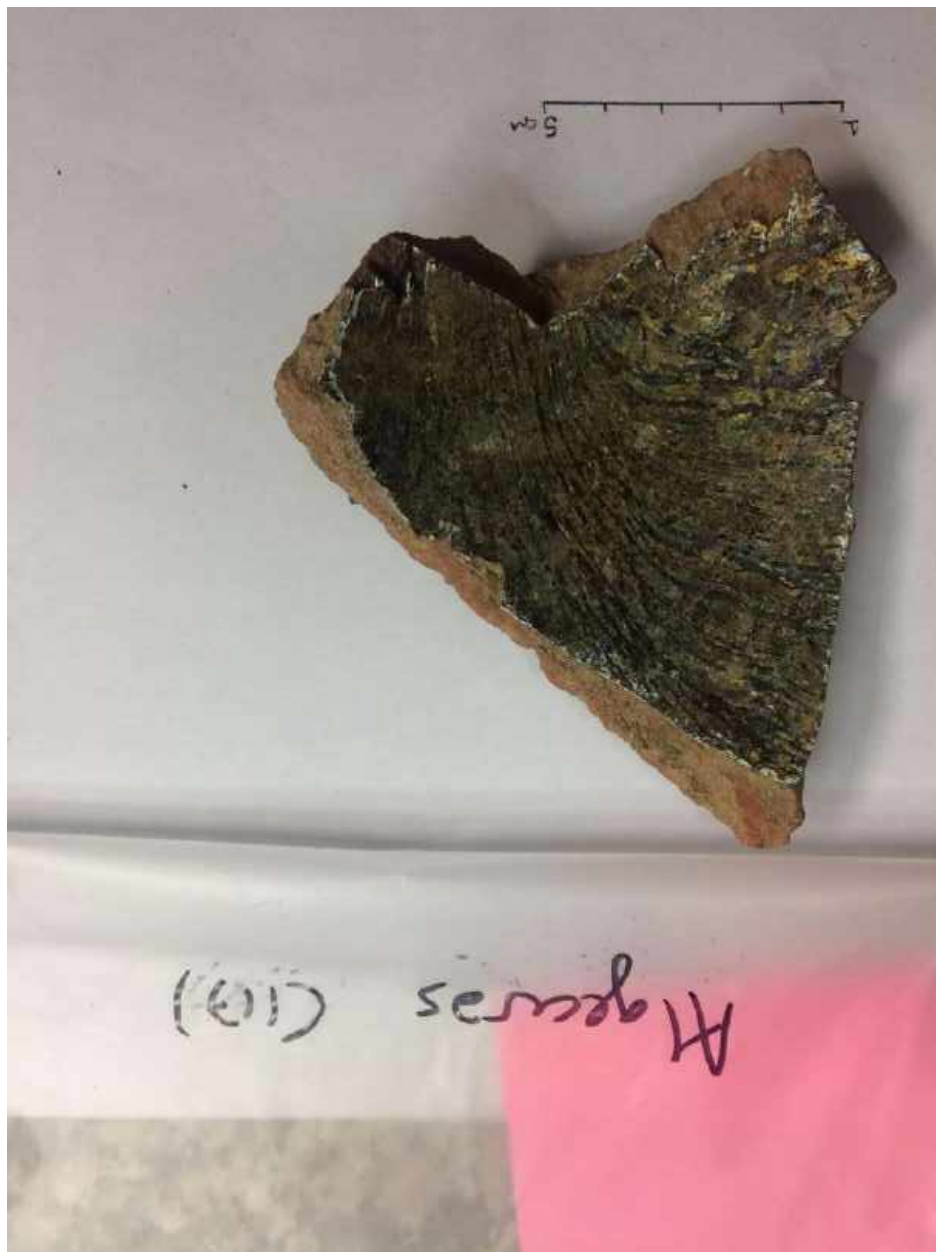


3.5. Fragmento de posible crisol con una gruesa adherencia de vidrio en el borde del que se extrajo la muestra ALG-116.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	653/807



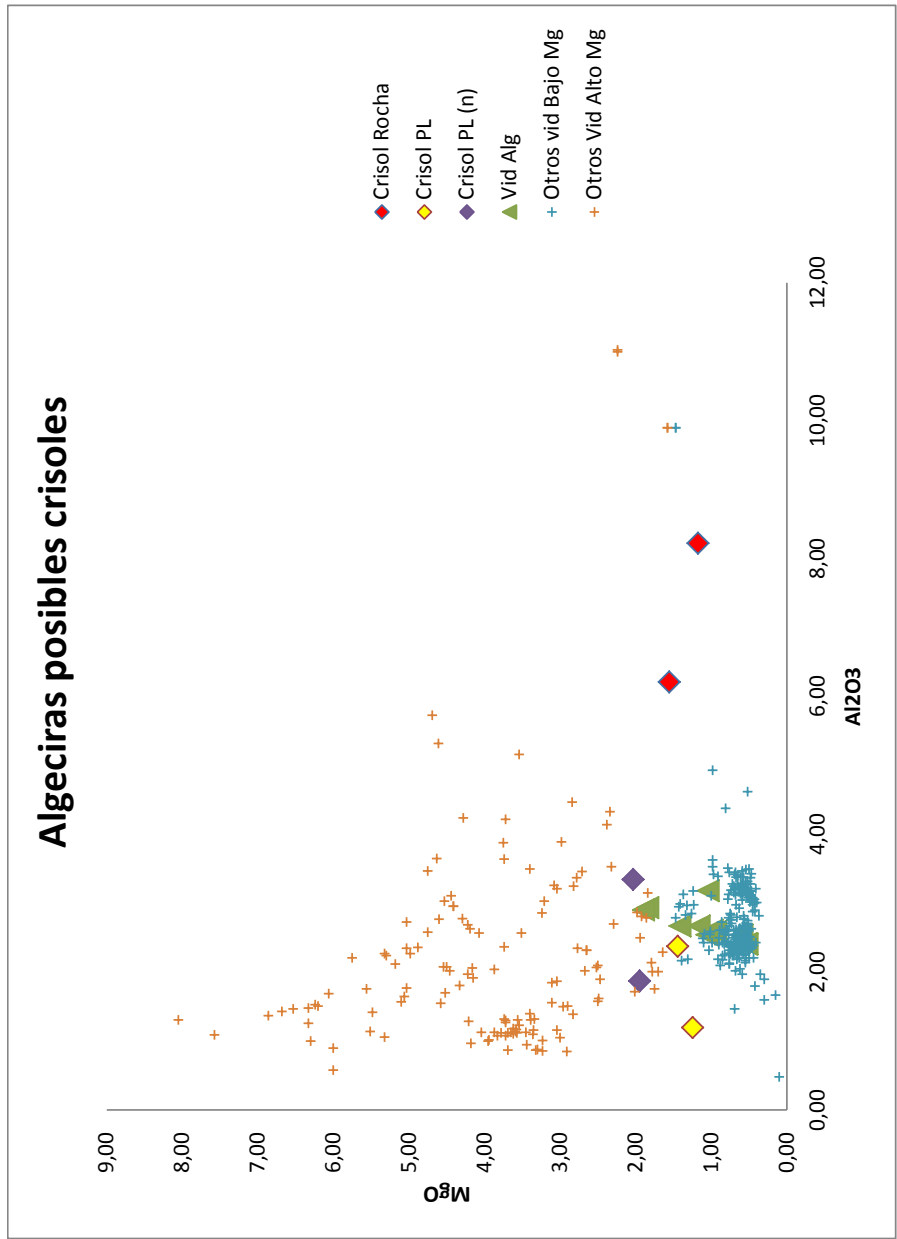




3. 6. Fragmento de un posible crisol con una adherencia de vidrio al interior de la que se extrajo la muestra ALG-117.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	654/807





3.7. Resultados de plotear las muestras procedentes de los posibles crisoles ( $Al_2O_3$ -MgO) con otras muestras de Algeciras y otros yacimientos mediterráneos.





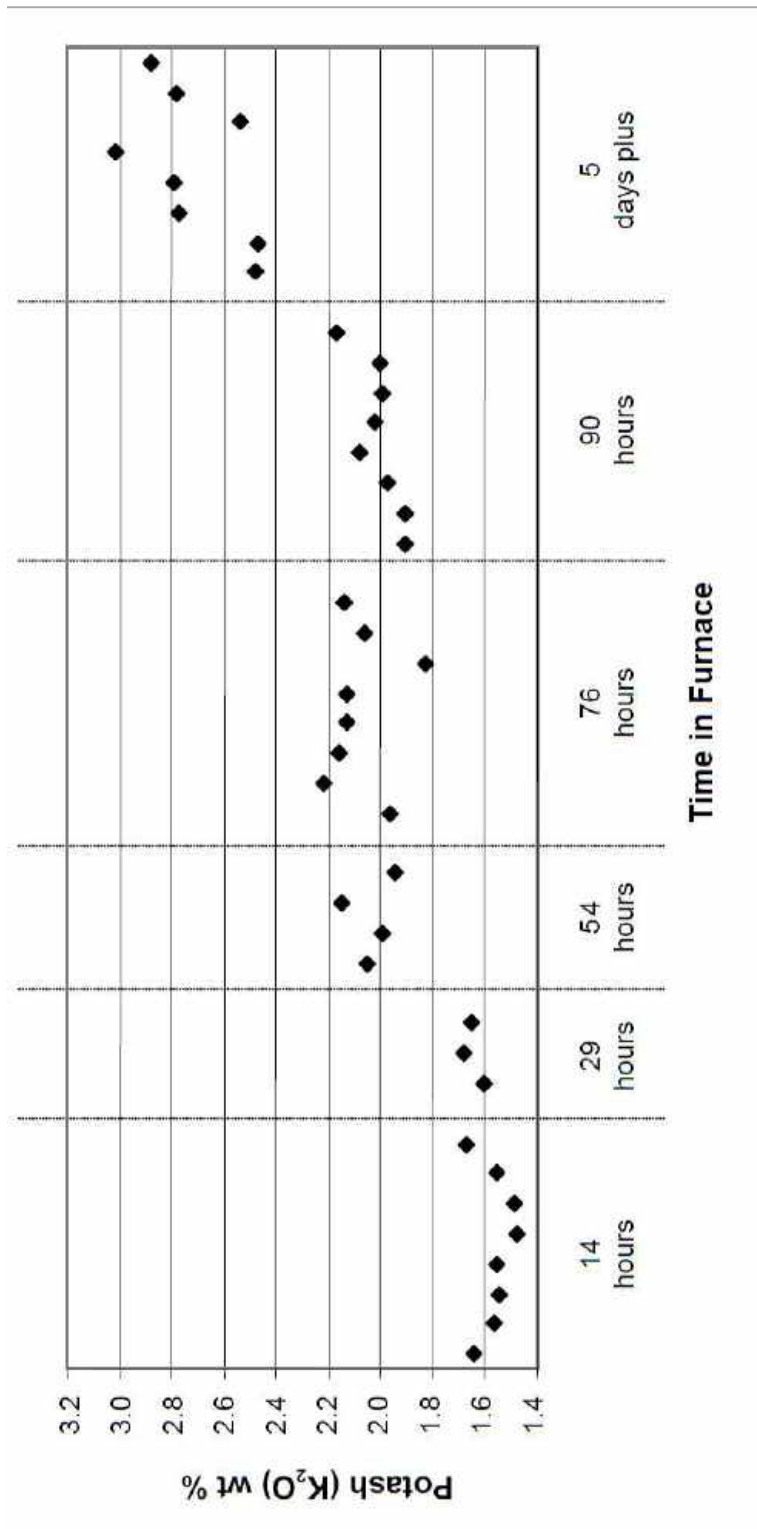
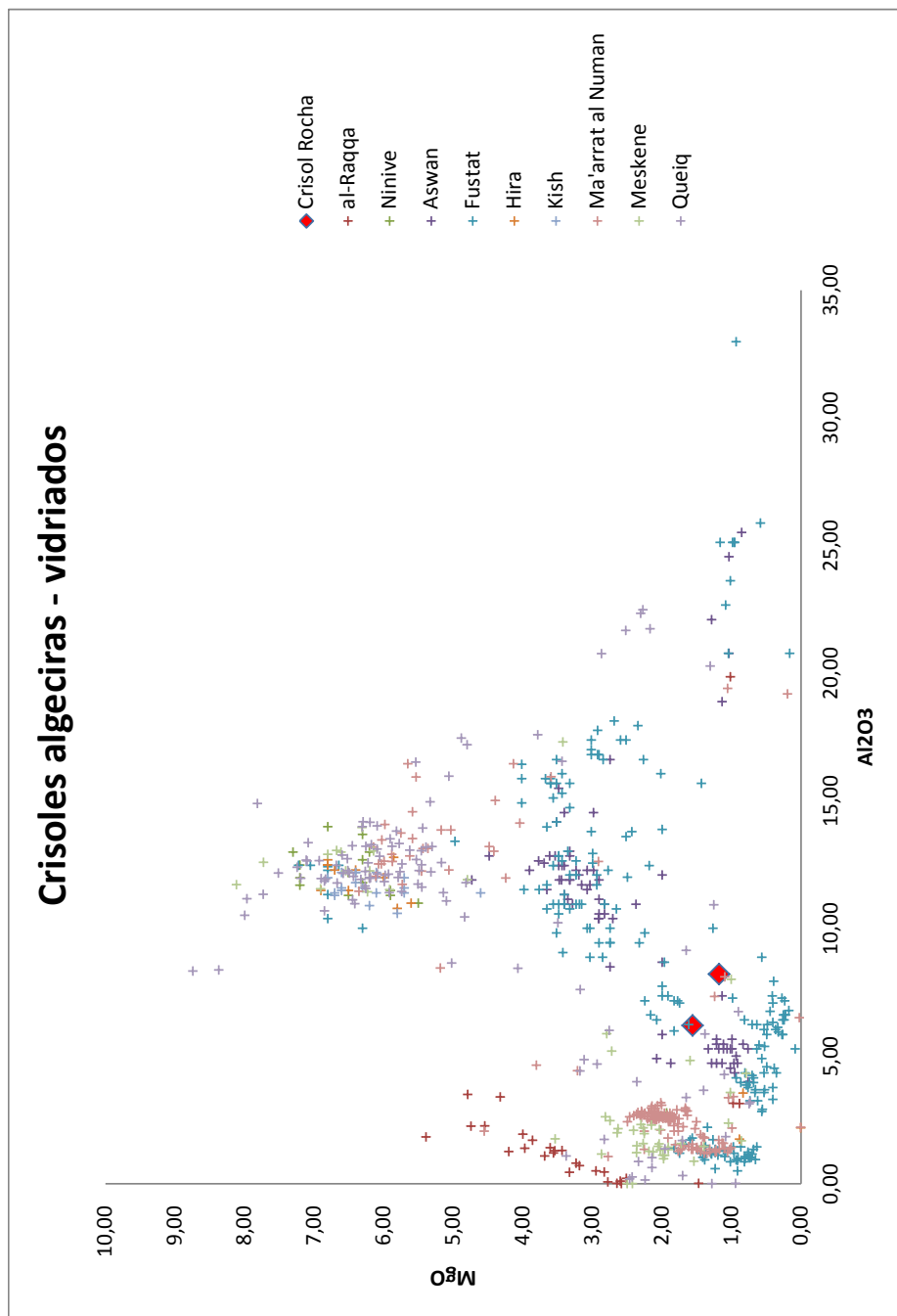


FIG. 8. Plot showing EDS results for concentrations of potash in gathers of glass taken at intervals from otherwise undisturbed (but leaking) pot.

3.8. Resultados presentados por Sarah Paynter, expresando el aumento en el contenido de potasio en relación con el tiempo de exposición del vidrio a los vapores y humos generados por la combustión del horno.

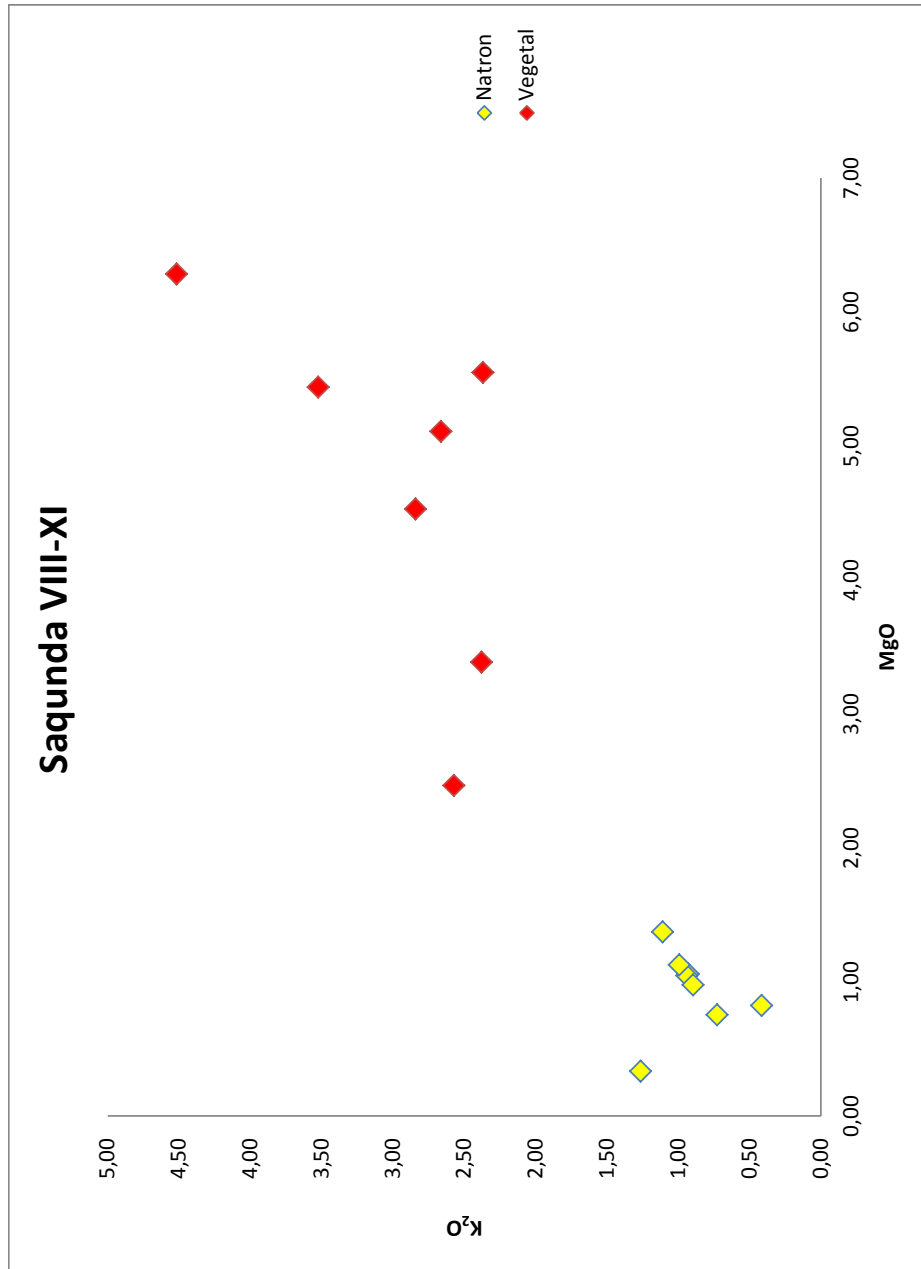




3.9. Comparación de los resultados ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ -MgO) de ALG-051 y ALG-052 con los obtenidos con muestras de cerámicas vidriadas del mundo islámico.

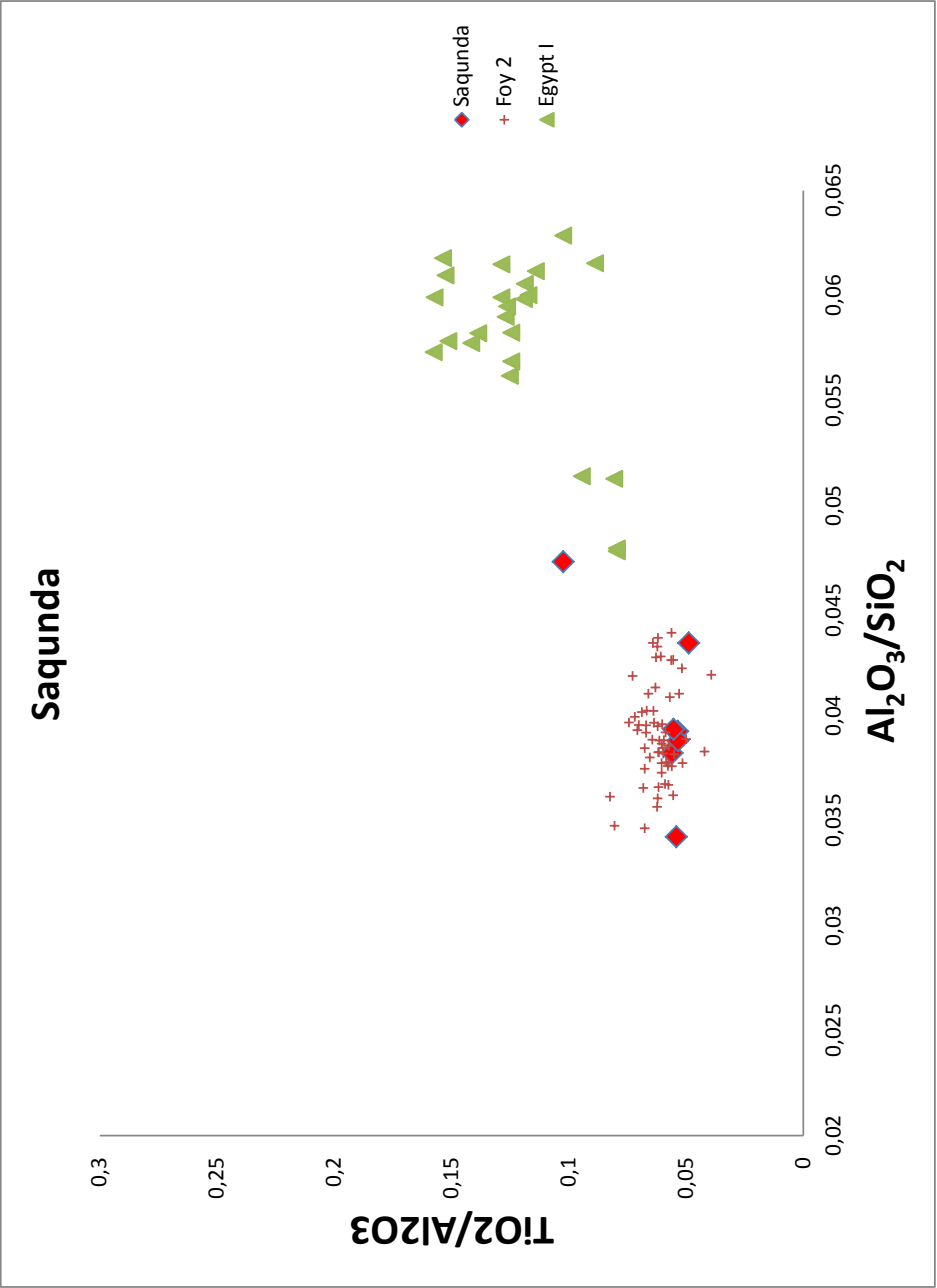
Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	657/807





3.10. Vidrios de Saqunda (MgO-K<sub>2</sub>O), en los que se aprecia con claridad la diferencia entre los vidrios producidos con fundentes de base mineral y vegetal.





3.11. Vidrios de natrón de Saqunda ( $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2\text{-TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ) comparado con muestras correspondientes a los grupos Foy 2/Serie 2 y Egypt I.



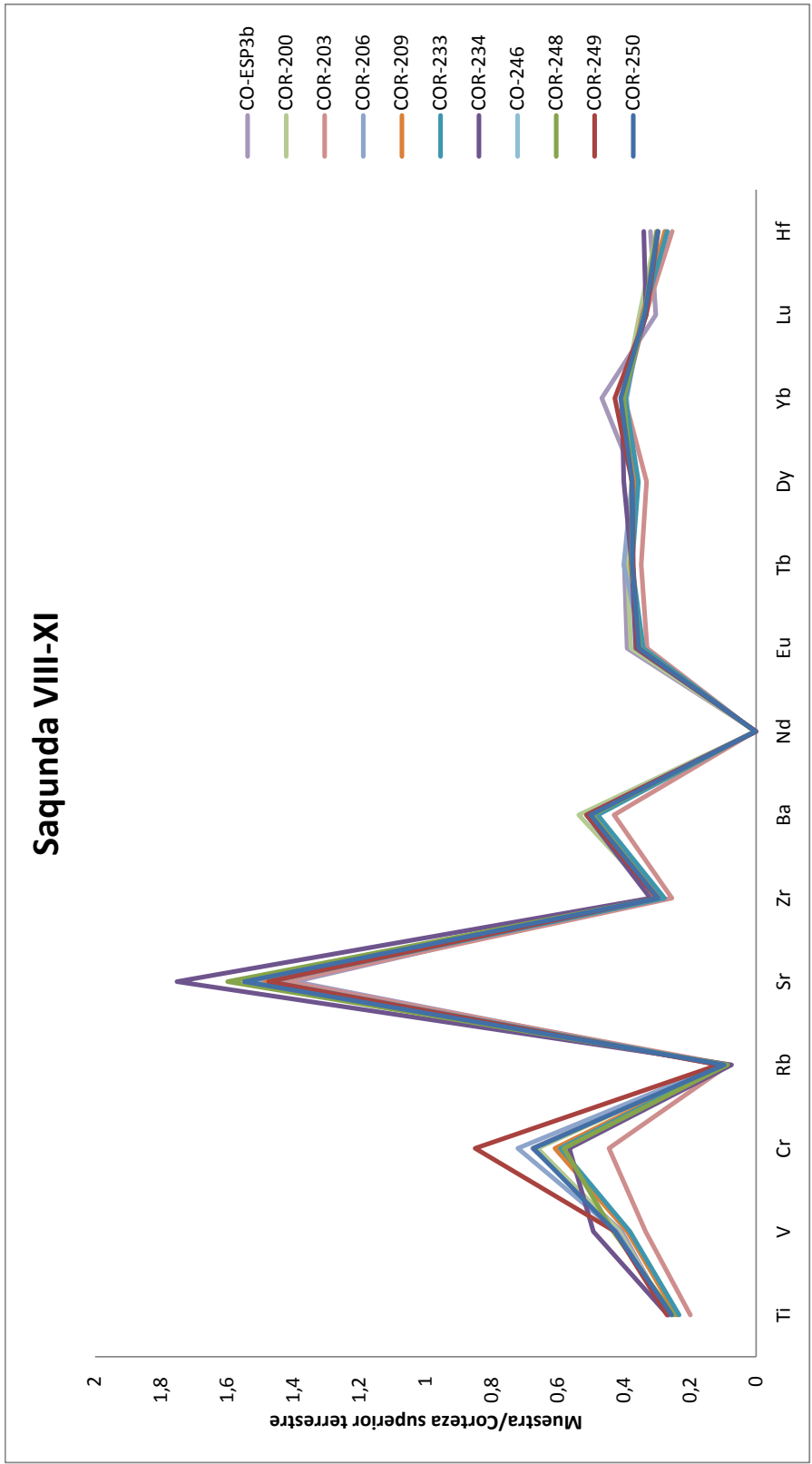


Figura 3.12. Comparación del perfil de una selección de elementos traza en las muestras CO-ESP3b, CO-200, CO-203, CO-206, CO-209, CO-233, CO-234, CO-248, CO-249 y CO-250, normalizados al contenido medio de la corteza superior terrestre.



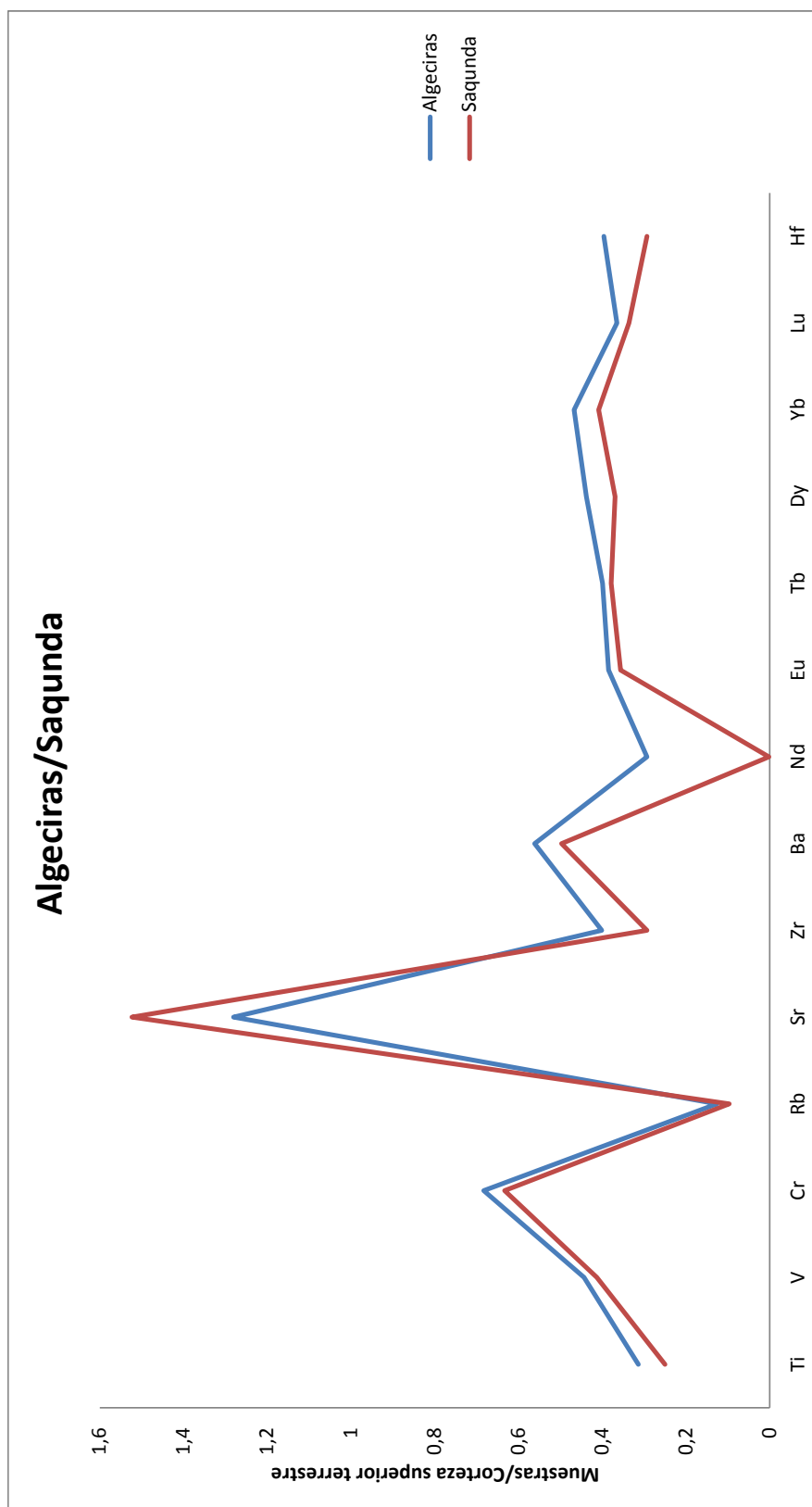
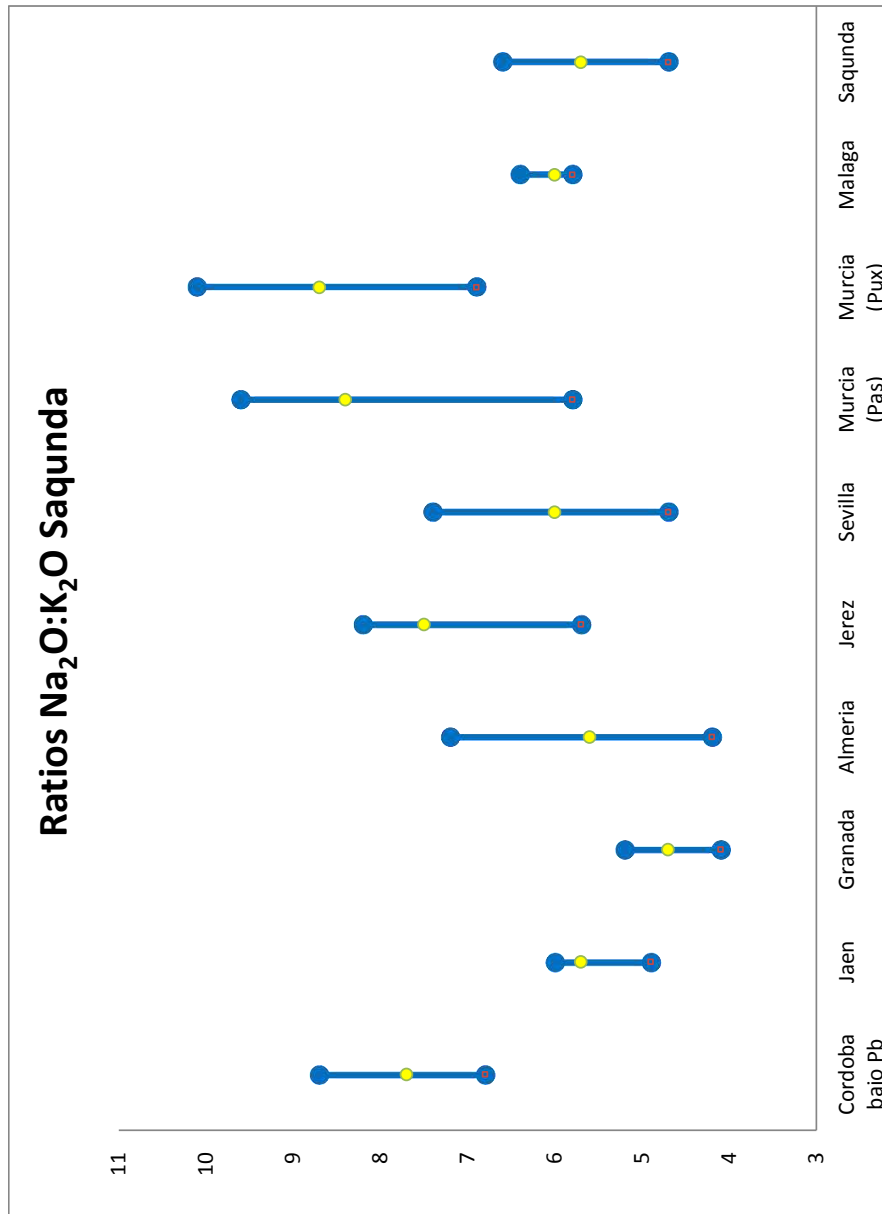


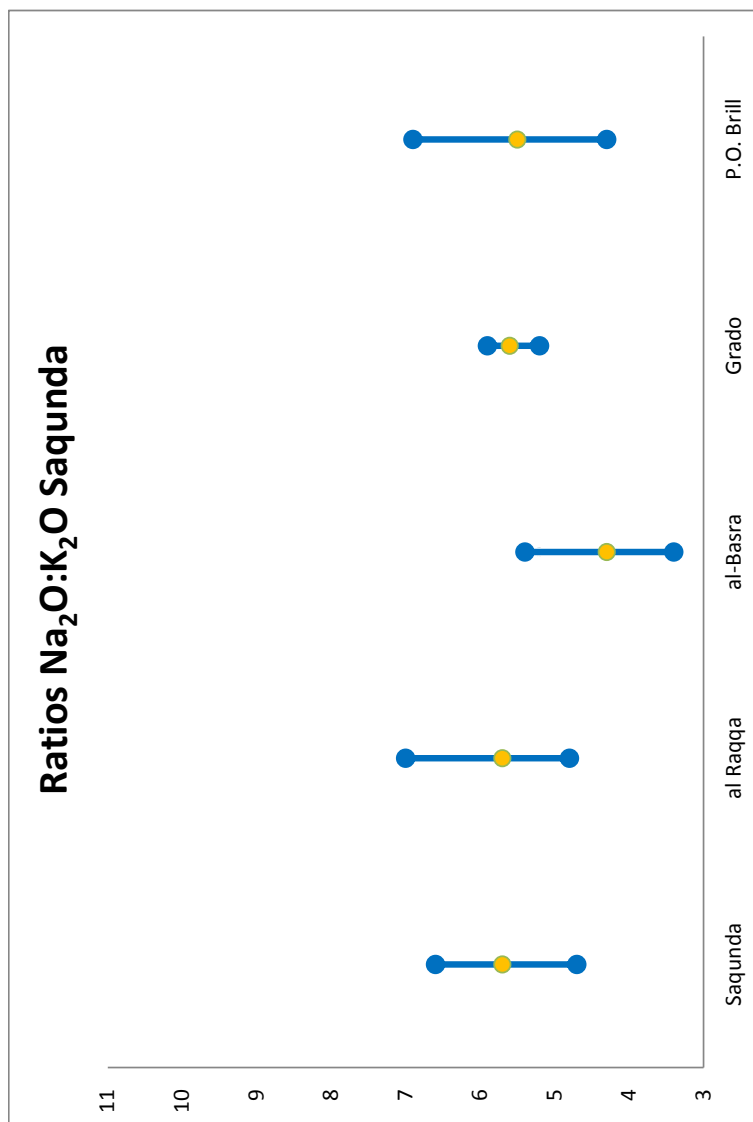
Figura 3.13. Comparación del perfil de una selección de elementos traza en las muestras egipcias en Algeciras y Saqunda, normalizados al contenido medio de la corteza superior terrestre.





3.14. Esta figura expresa la horquilla de la ratio  $\text{Na}_2\text{O}:\text{K}_2\text{O}$  de los vidrios de Saqunda, comparados con los de otros yacimientos (andalusíes). Para la figura se han seguido los mismos protocolos adoptados en la elaboración de la figura 3. 11.





3.15. Esta figura expresa la horquilla de la ratio  $\text{Na}_2\text{O}:\text{K}_2\text{O}$  de los vidrios de Saqunda, comparados con los de otros yacimientos mediterráneos de fechas similares. Antes de introducir los datos, se han excluido aquellos que, por presentar unos ratios que superan la horquilla que establece la desviación estándar con respecto al promedio total de cada conjunto, para evitar que las ratios accidentalmente amplias distorsionen los resultados. La longitud de la línea expresa la amplitud de la horquilla, y el punto amarillo central, el ratio promedio.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	663/807





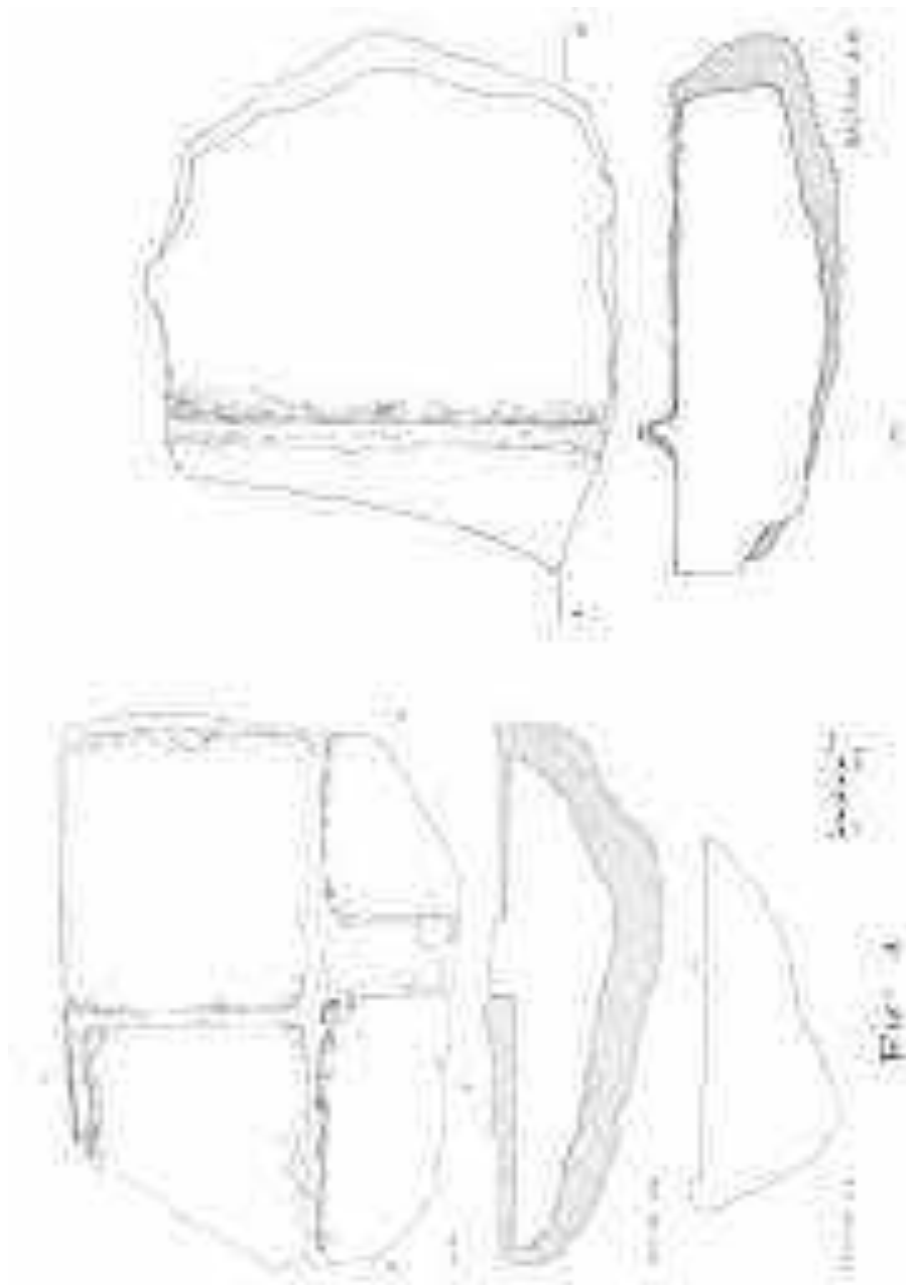


Figura 4. 1. Bloques interpretados como parte de un horno identificado como de producción de vidrio, procedentes de los niveles bizantinos tempranos del ágora de Corinto.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	664/807



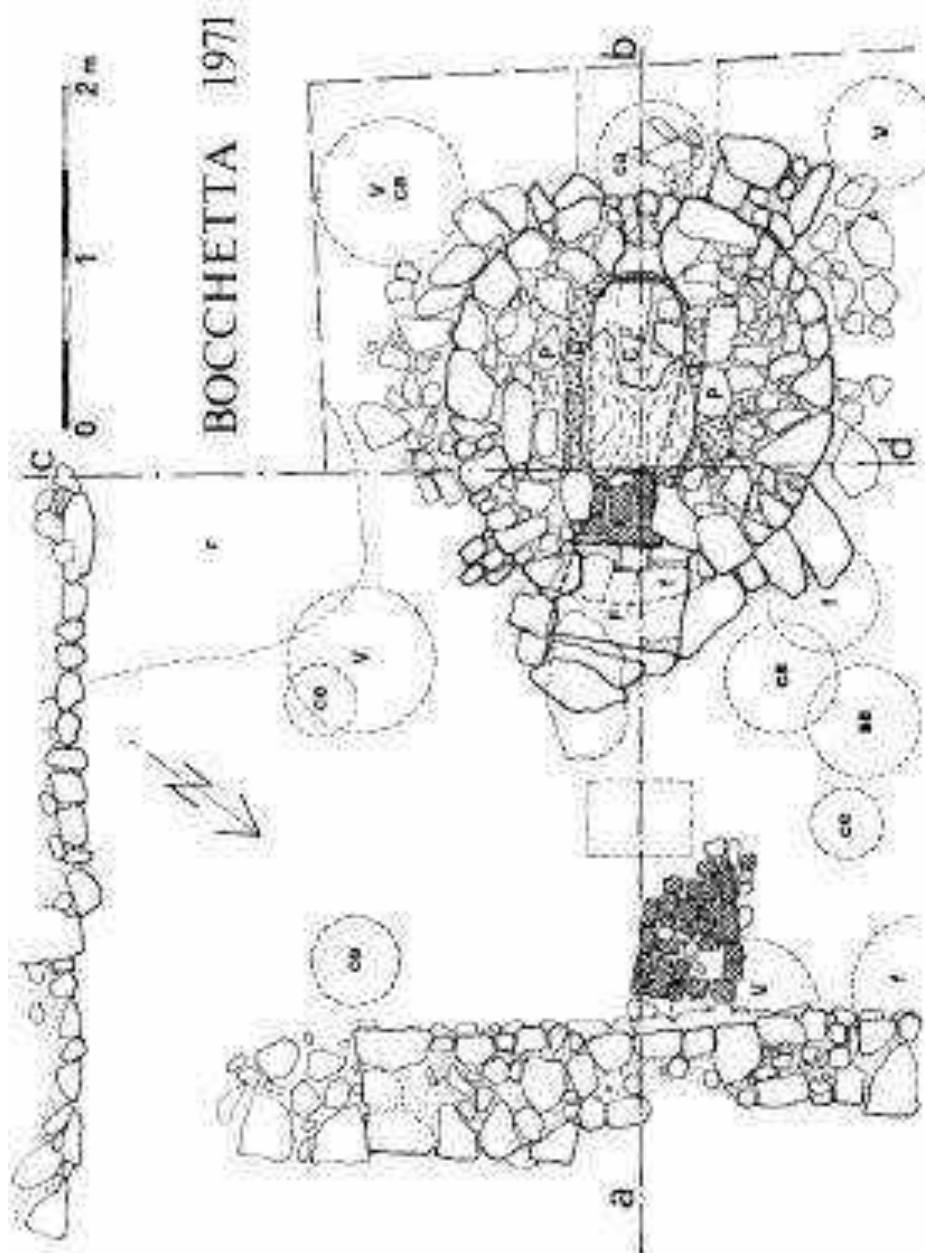


Figura 4.2 Horno de vidrio de Monte Lecco (Génova)

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	665/807



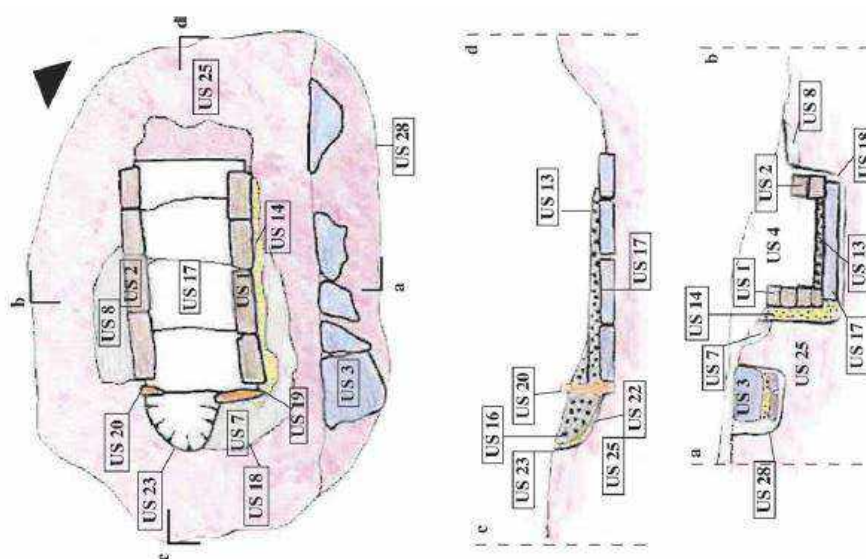


Figura 4.3 Horno de vidrio de Santa Cristina (Gambassi, Toscana)

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	666/807



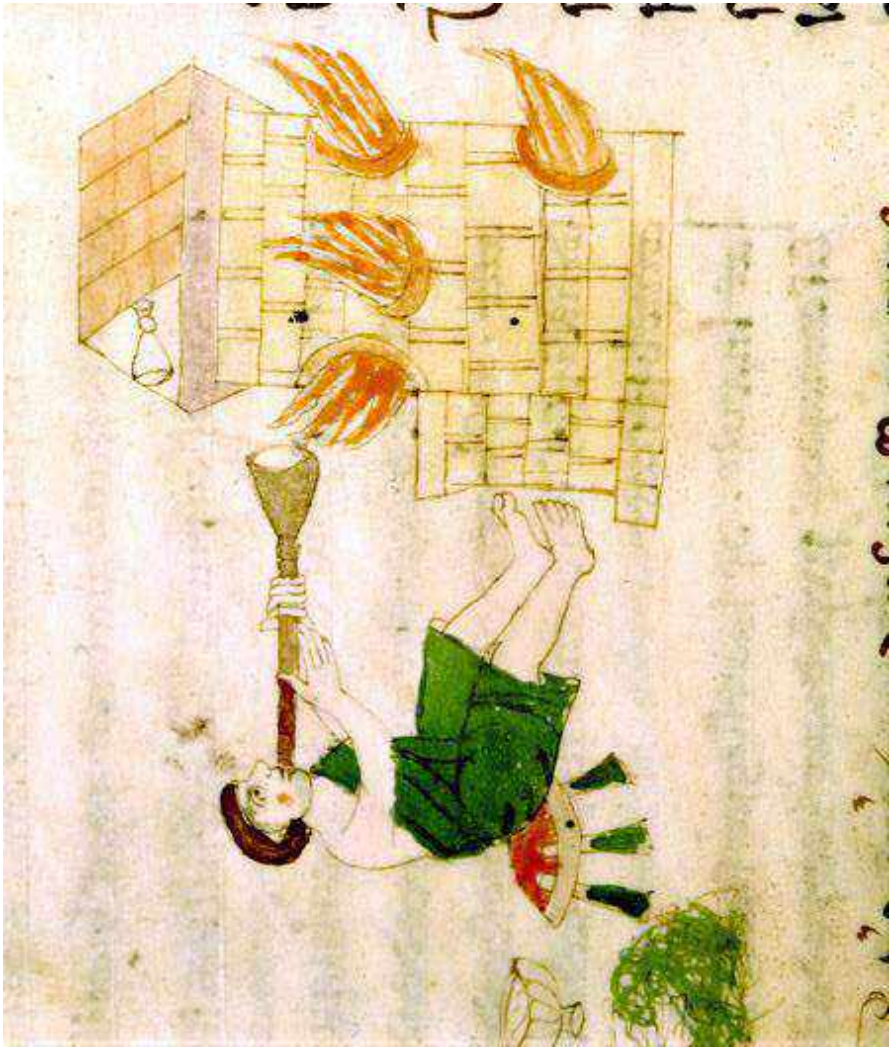


Figura 4.4 Ilustración de un soplador de vidrio en el Códice 132 De Universo, de Rabano Mauro, fechado en 1023, y que posiblemente sea copia de un original del siglo V.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	667/807





Figura 4.5 Manuscrito Ms. Chigi F. VIII. 188 de los museos vaticanos.





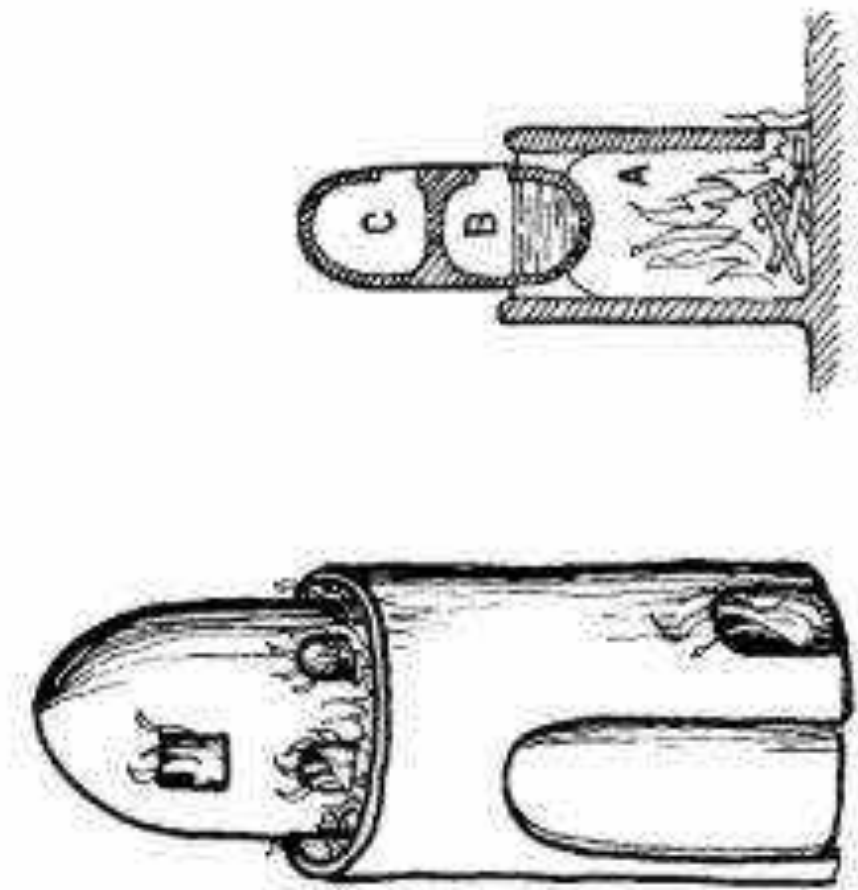


Figura 4.6 Representación de un horno de vidrio en la Cántiga 4 de Alfonso X representación esquemática de su interior, por Gonzalo Menéndez Pidal.



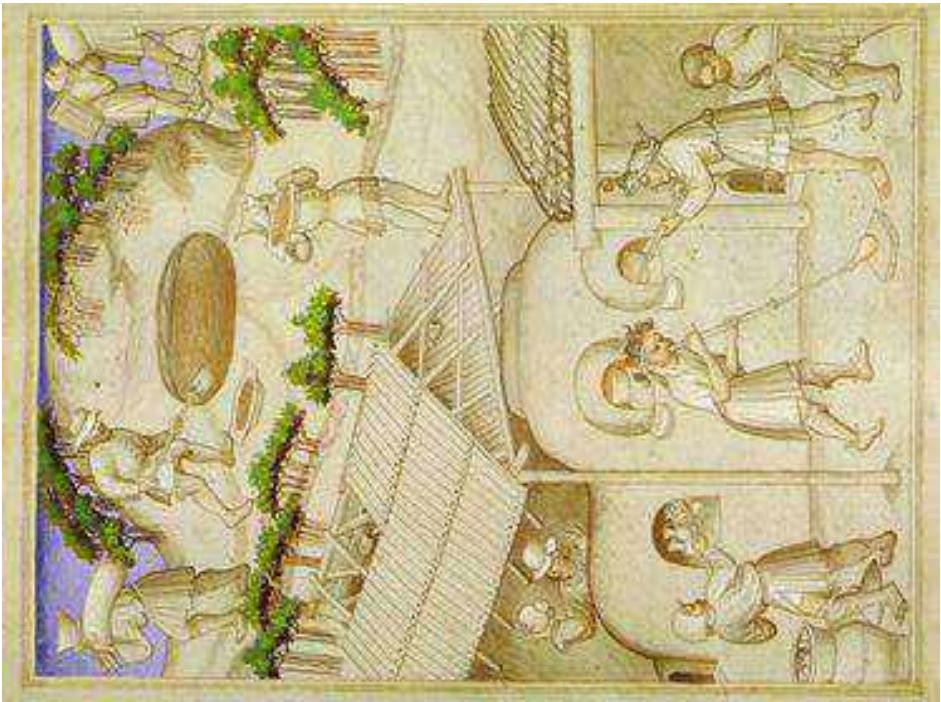


Figura 4.7 Representación de un horno del tipo septentrional (de acuerdo con Charleston) en el diario de viaje de Sir John Mandeville (siglo XIV).



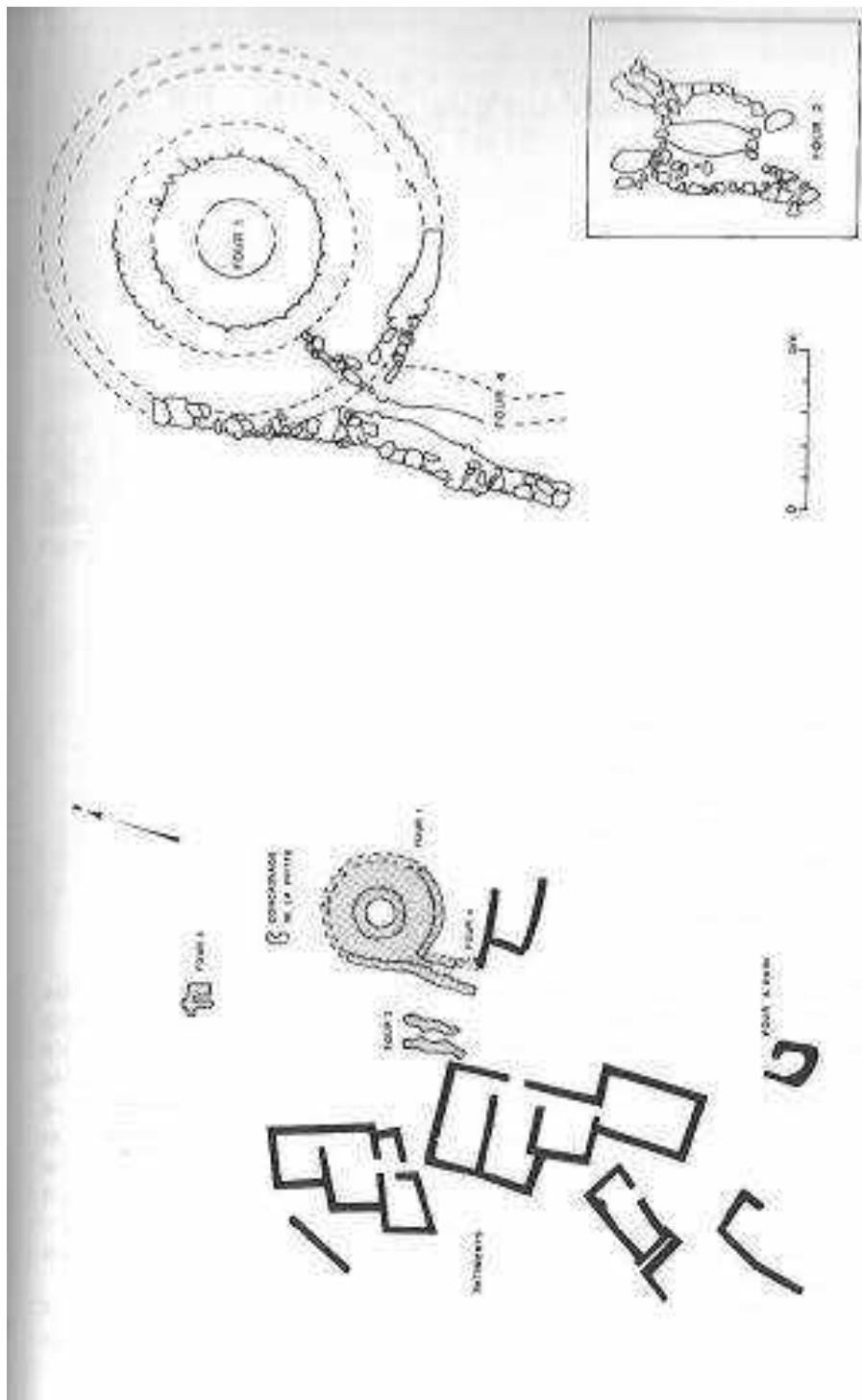


Figura 4.8 Plano del taller de Seube (Francia) de finales de la Edad Media, y detalle del horno circular, interpretado como de fusión/soplado.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	671/807





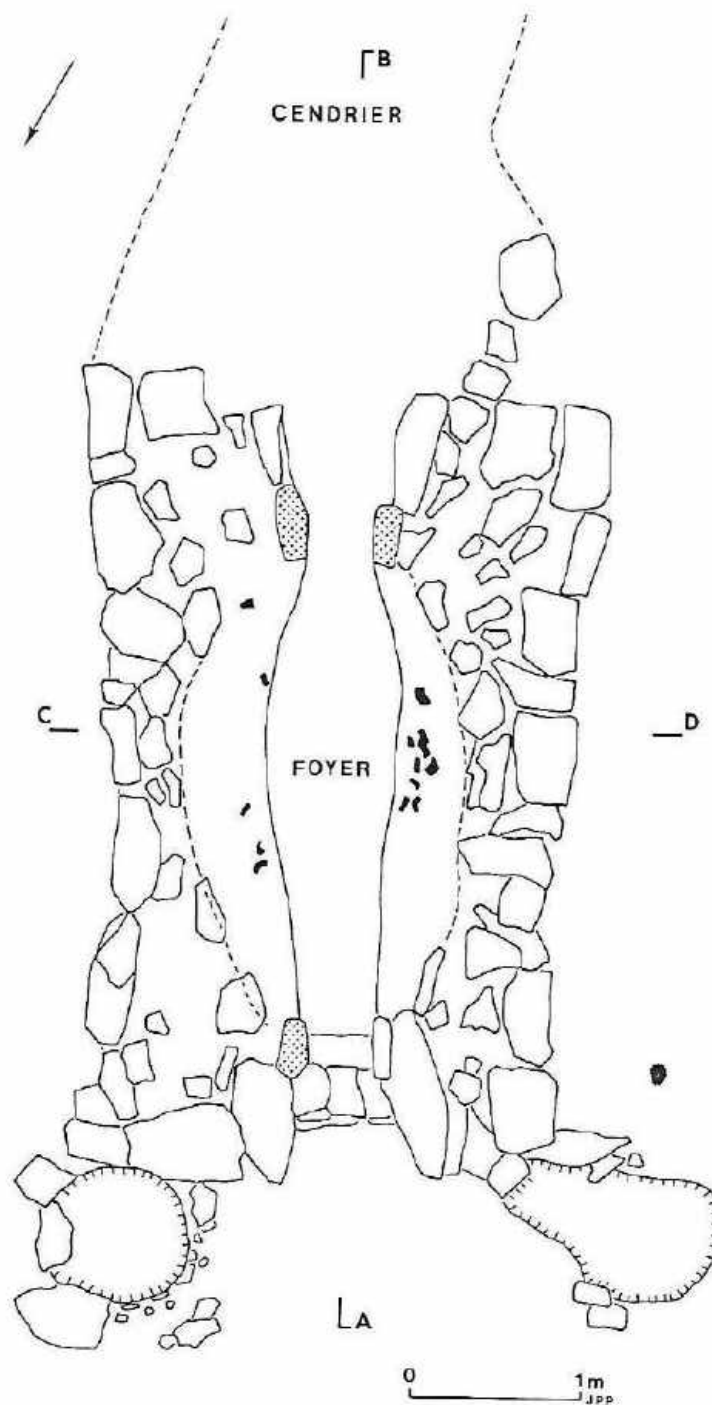


Figura 4.9 Plano del horno (interpretado como empleado para la producción de fritas) en Planier (Francia).

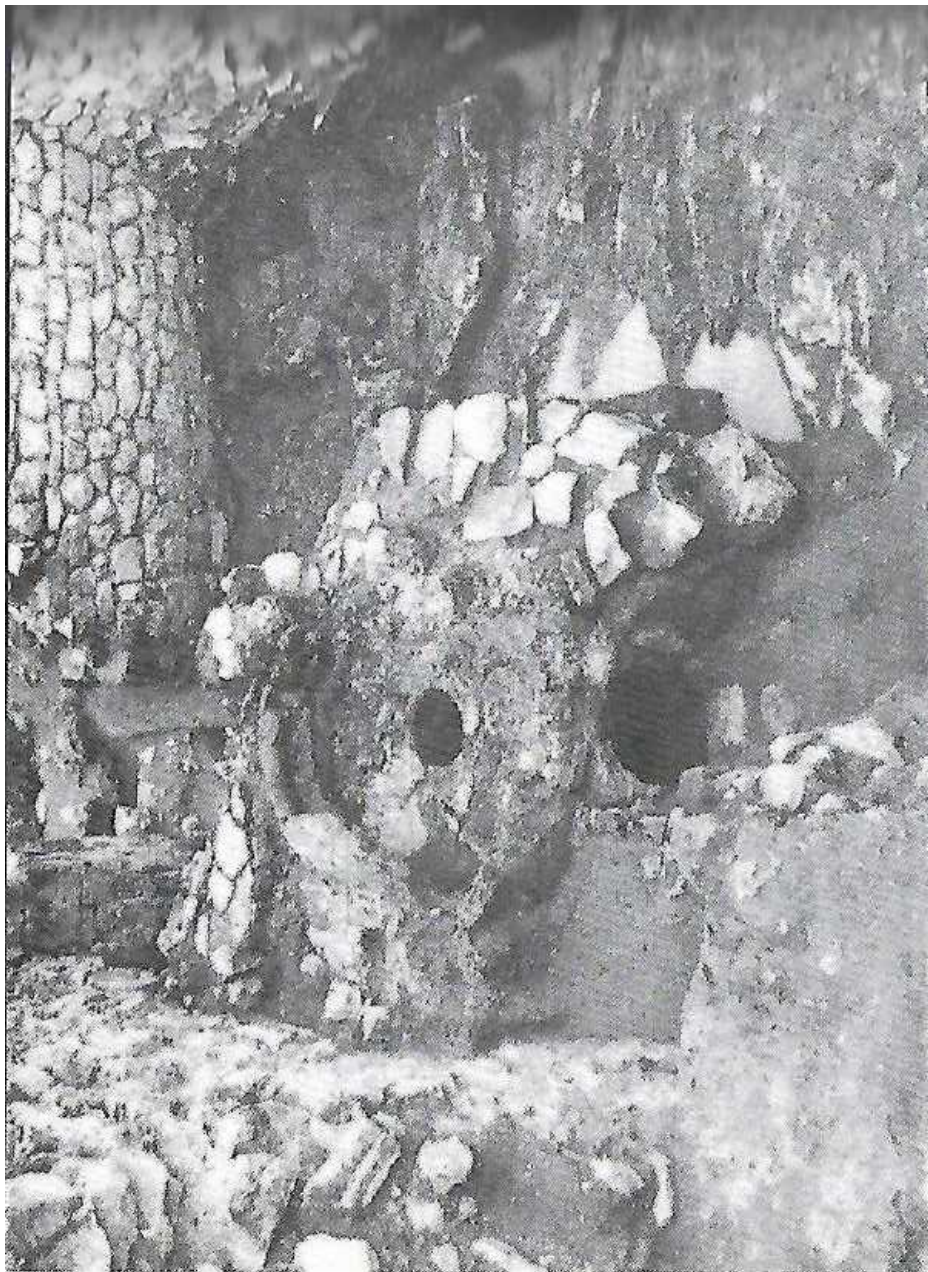


Figura 4.10 Horno de Cadrix. En el centro de la imagen, la cámara de soplado. A la izquierda, los restos de la supuesta cámara de templado.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	673/807







Figura 4.11 Horno 6043 en al-Mansuriyya. Este horno a sito interpretado como un horno de frita.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	674/807



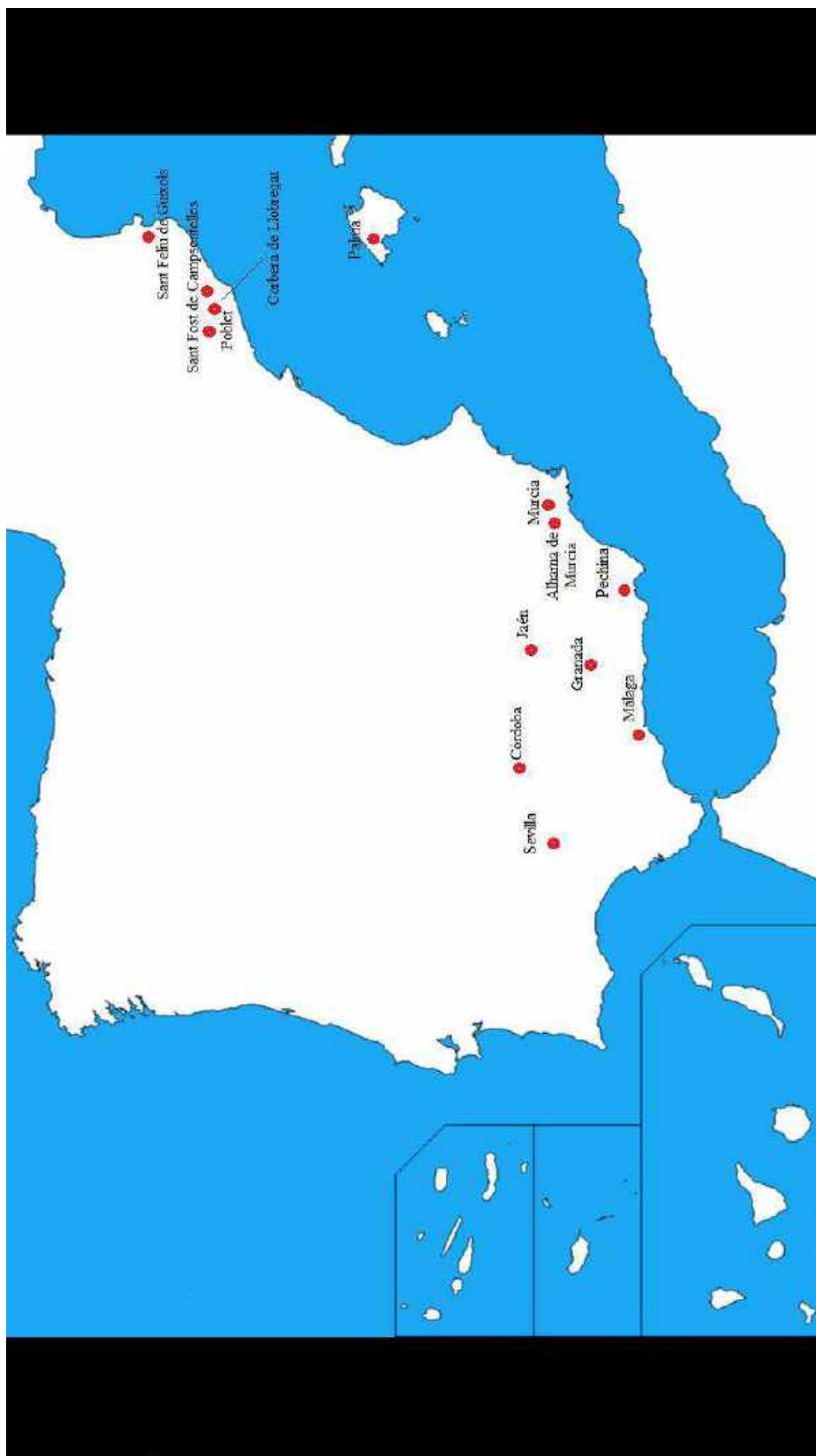


Figura 4.12 Mapa en el que se ubican los restos arqueológicos conocidos de zonas de producción de vidrio en la Plena y Baja edad media.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	675/807



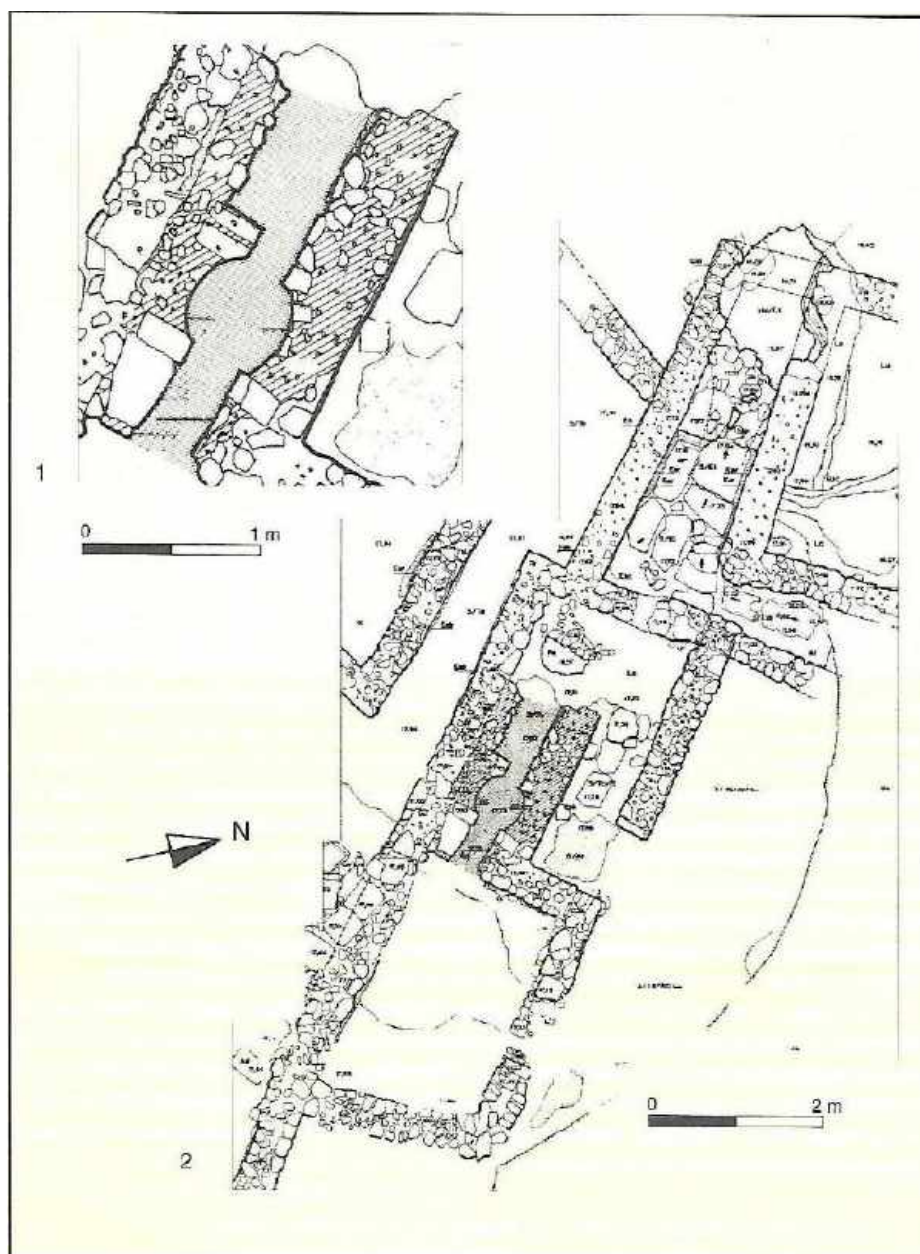


Figura 4.13 Plano del sector del yacimiento de Baýyana donde se sitúa el horno de vidrio, y detalle del mismo.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	676/807







Figura 4.14 Horno de vidrio de Baýyāna.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	677/807



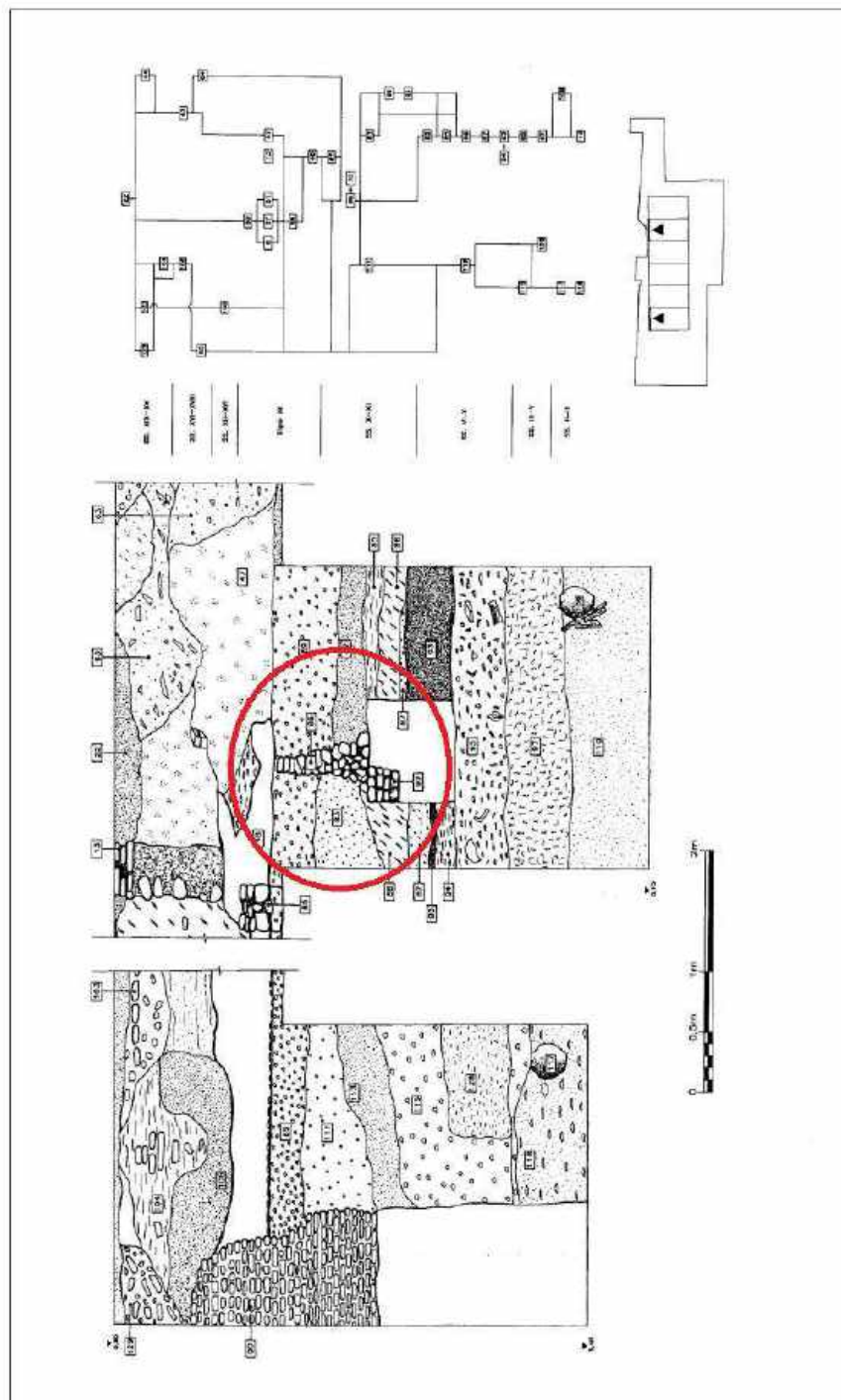


Figura 4.15 Sección del horno de vidrio identificado en c/Matahacas (Sevilla).

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	678/807







Figura 4.16 Horno de vidrio excavado en UE-14, Perchel Norte (Málaga).

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	679/807





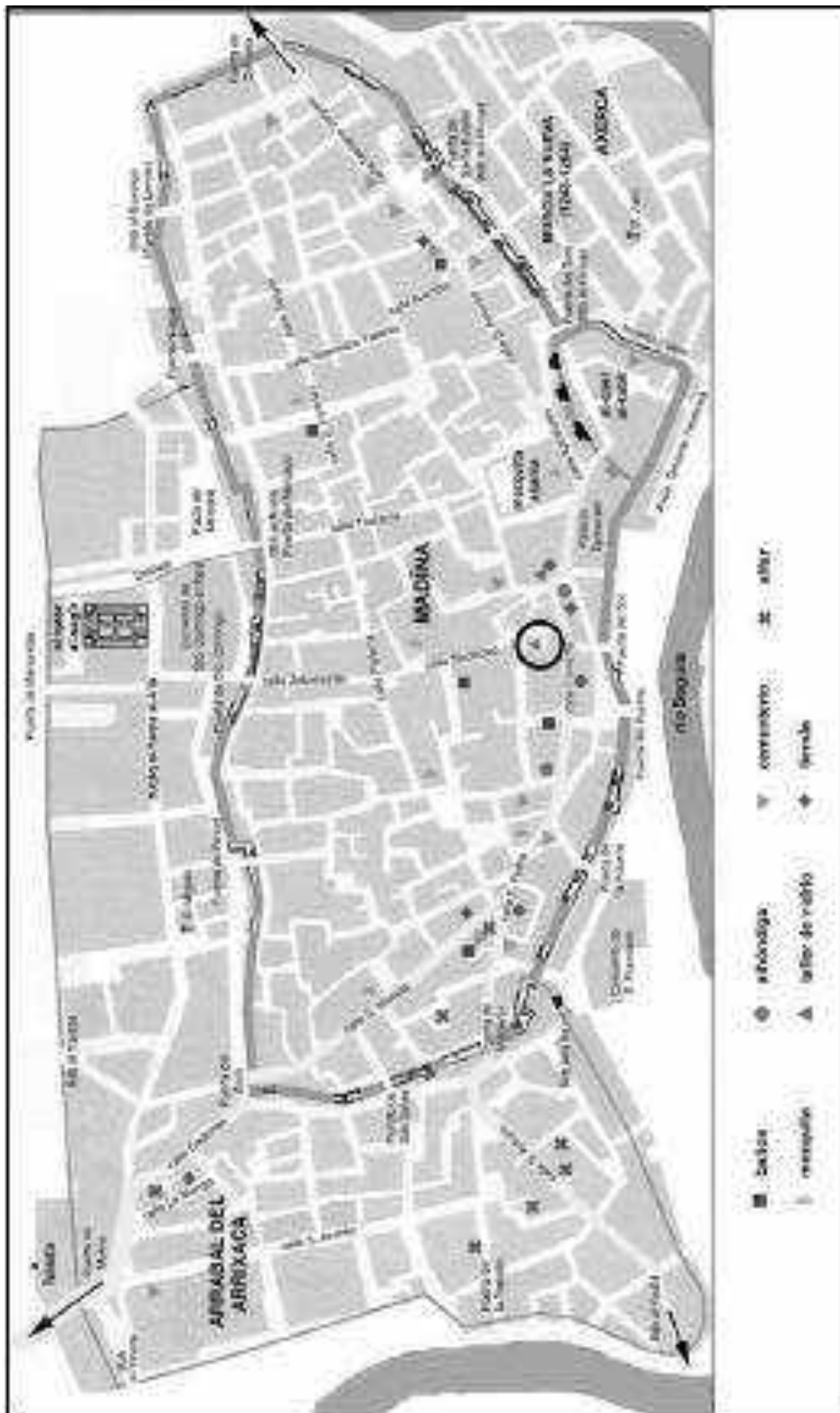


Figura 4.17 Ubicación del taller de vidrio de Puxmarina en la trama urbana de la Murcia islámica.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNP SX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNWIAR46QI5FTWNP SX4NM</a>	Página	680/807



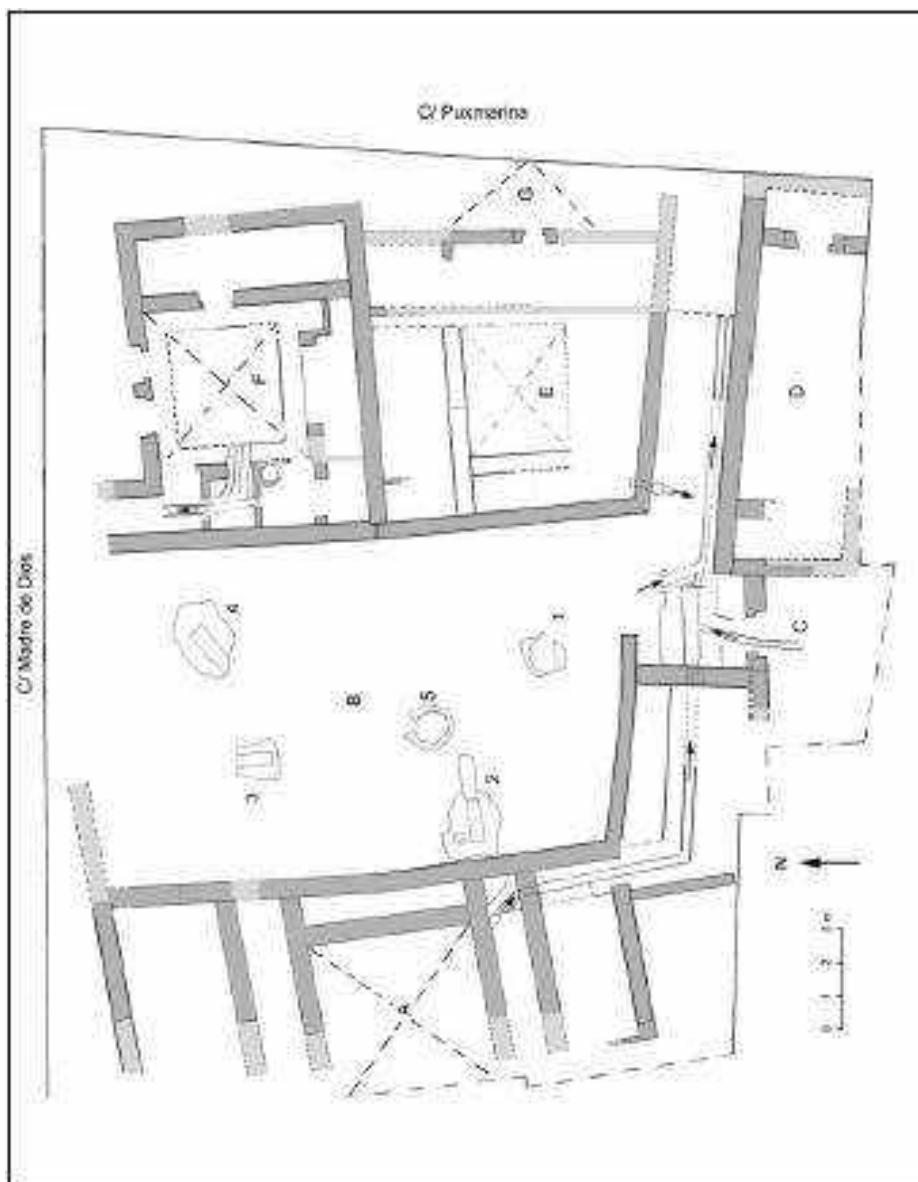


Figura 4. 18 Distribución de los hornos de vidrio en el taller de Puxmarina (Murcia).

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	681/807



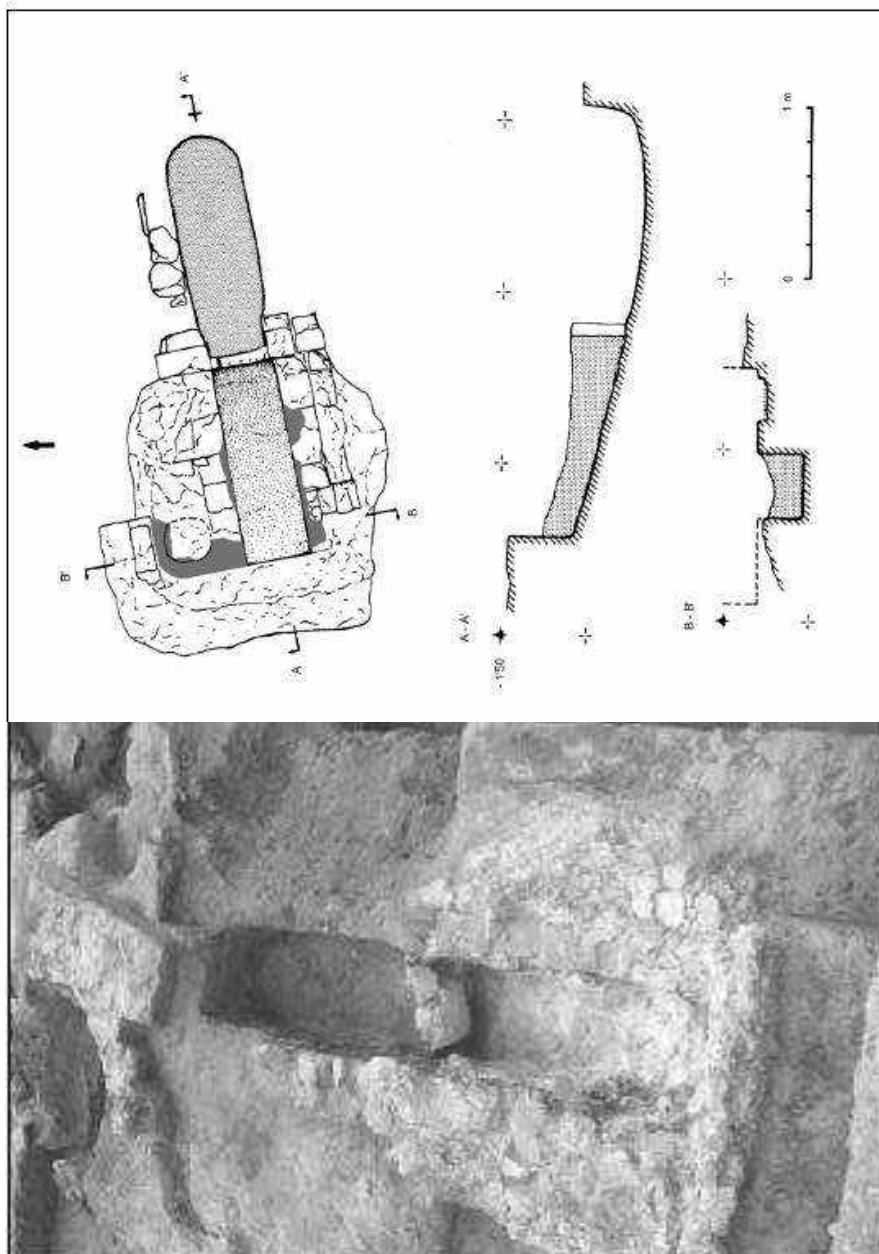


Figura 4.19. Horno 2. Taller de Puxmarina (Murcia).

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	682/807





Figura 4.20 Horno 3. Taller de Puxmarina (Murcia).

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	683/807



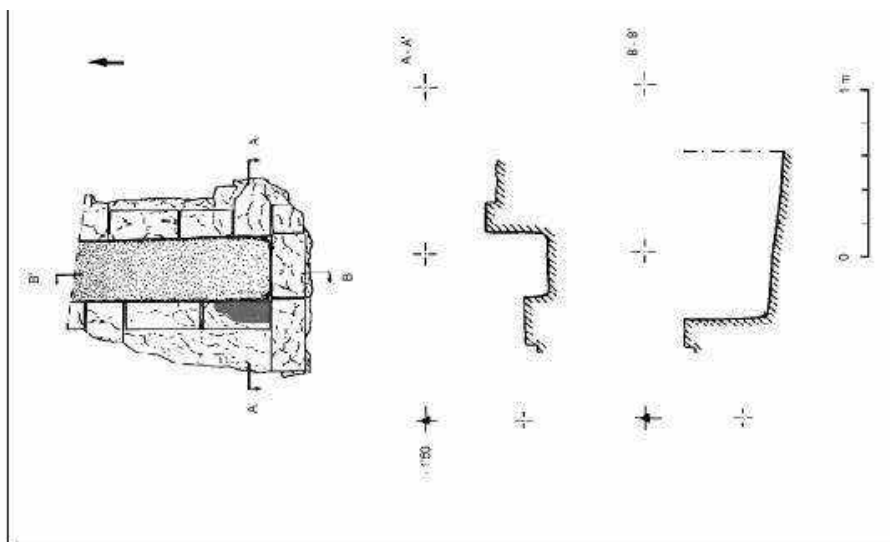


Figura 4.21 Horno 3. Taller de Puxmarina (Murcia).

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	684/807





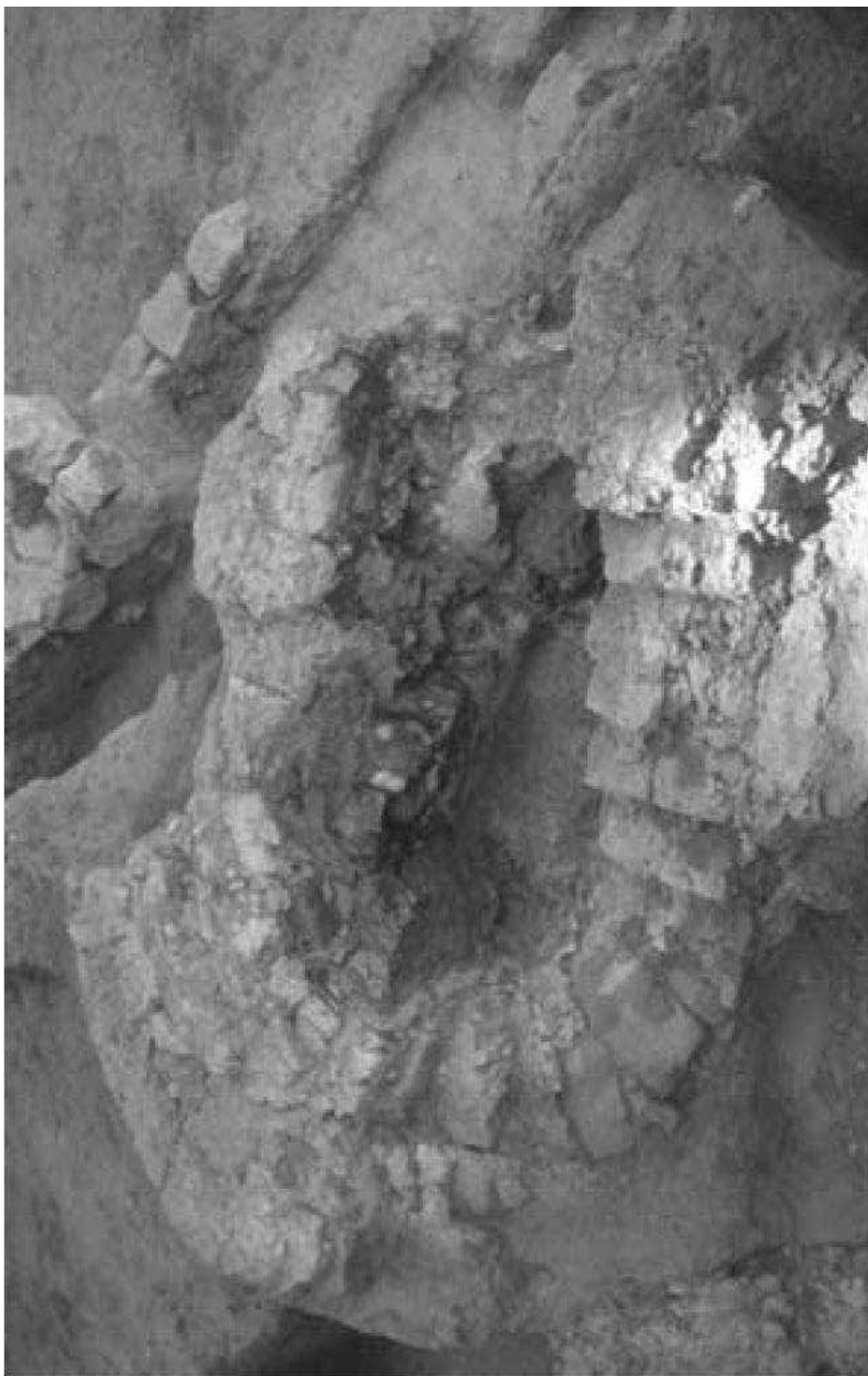


Figura 4.22 Horno 4. Taller de Puxmarina (Murcia).

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	685/807



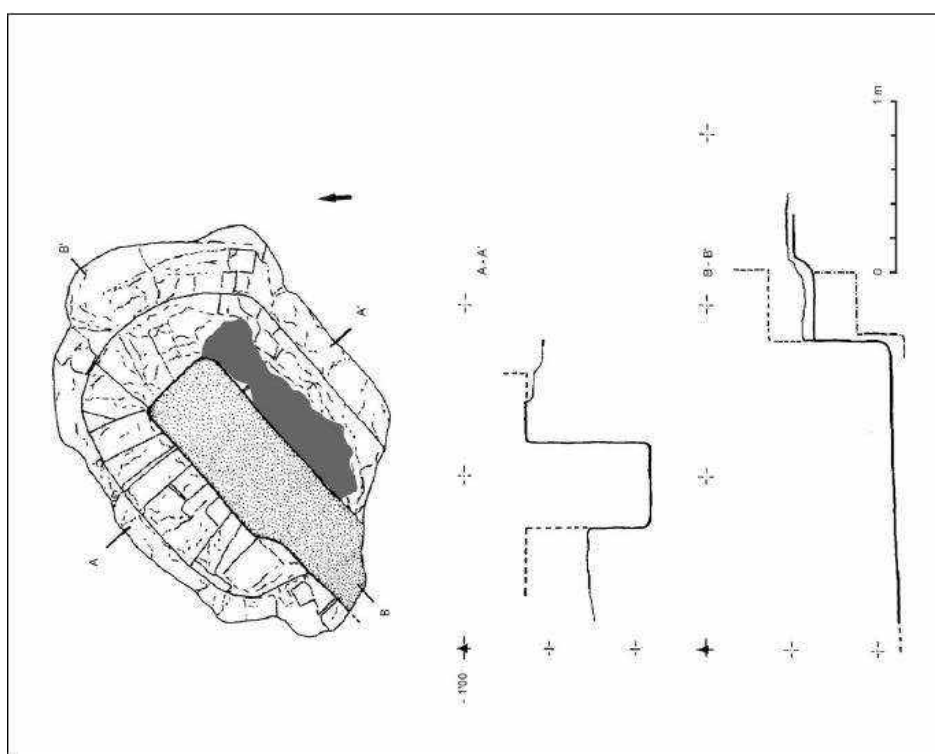


Figura 4.23 Horno 4. Taller de Puxmarina (Murcia).

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	686/807





Figura 4.24 Horno 1. Taller de Puxmarina (Murcia) en su última etapa.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	687/807





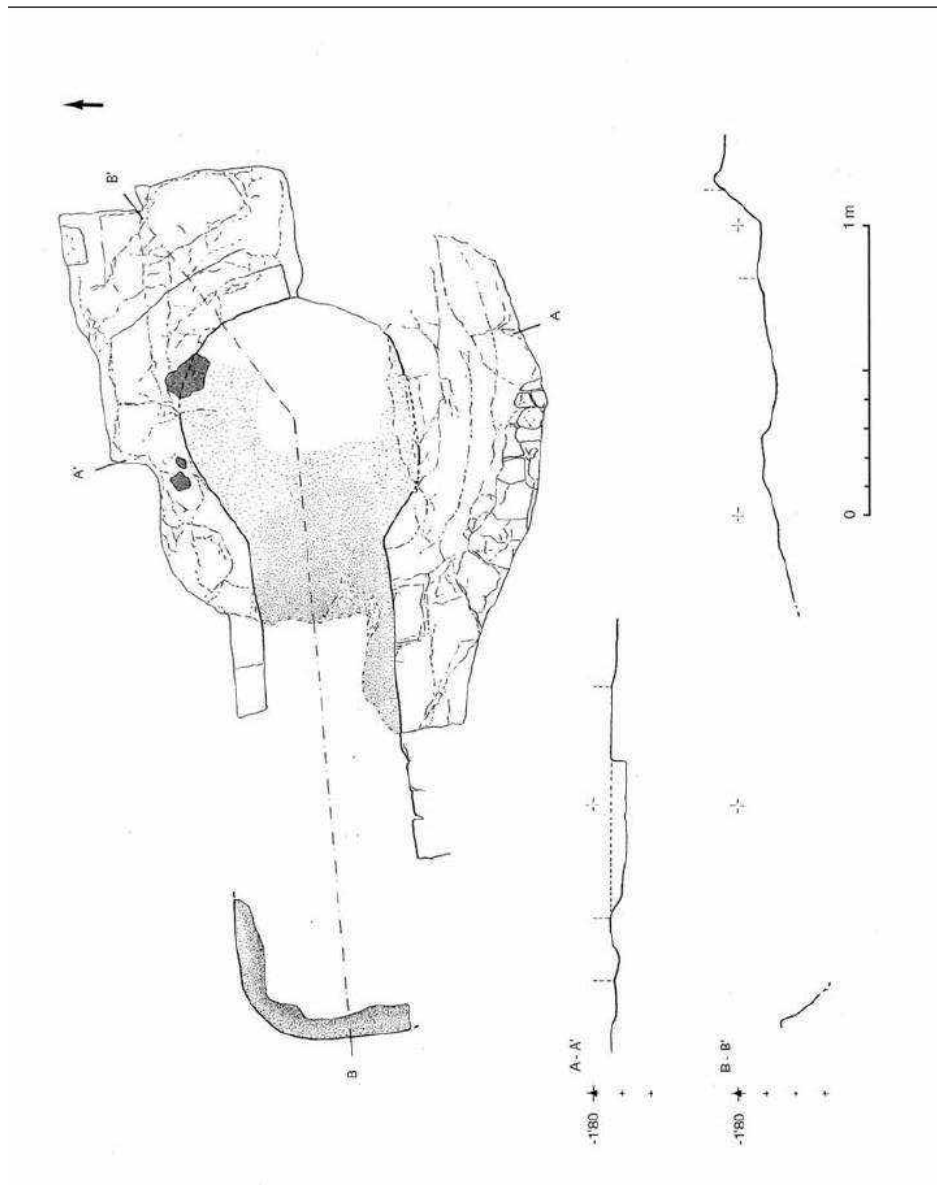


Figura 4.25. Horno 1. Taller de Puxmarina (Murcia) en su última etapa.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	688/807



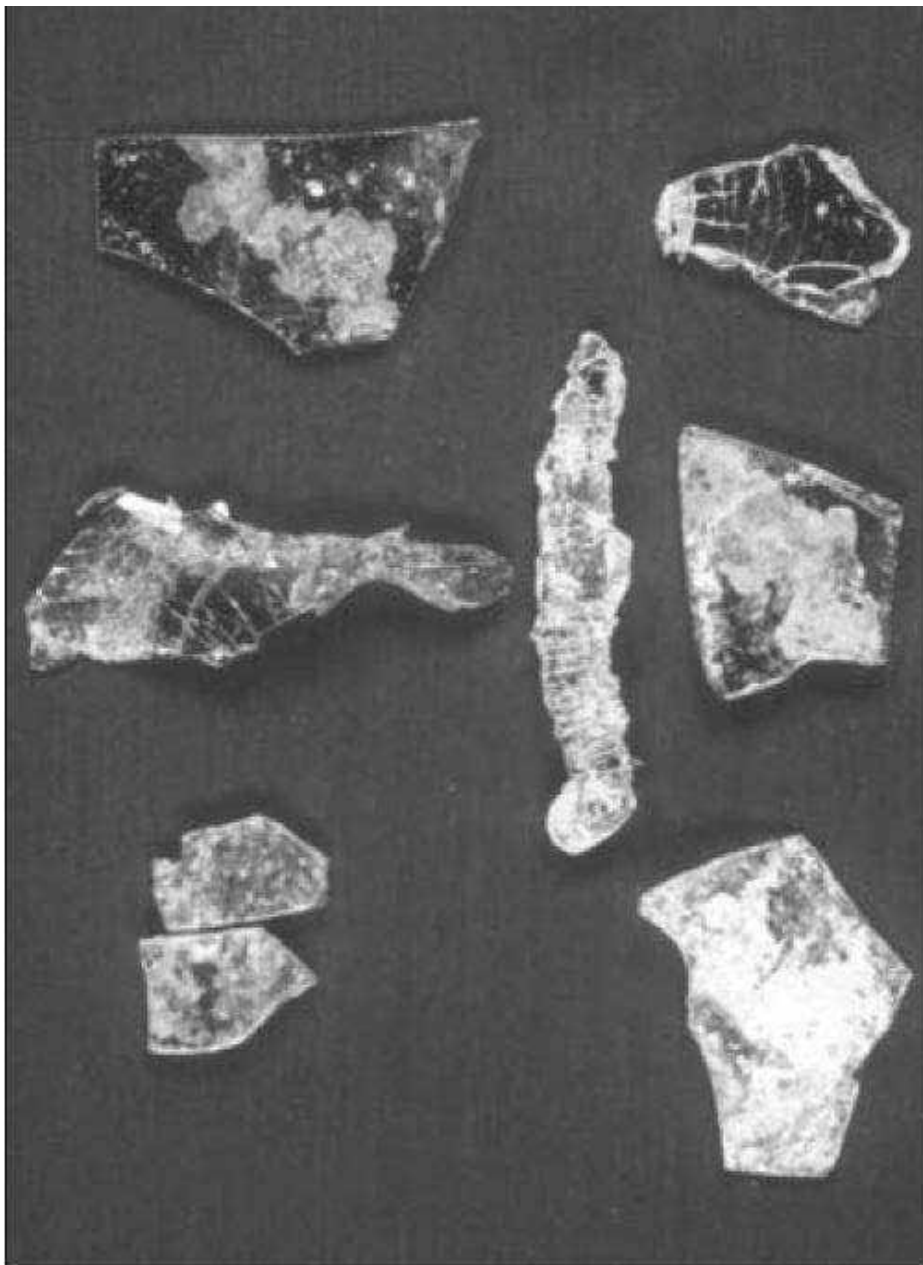


Figura 4.26 Fragmentos de espejos identificados en el taller de Puxmarina (Murcia).

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	689/807



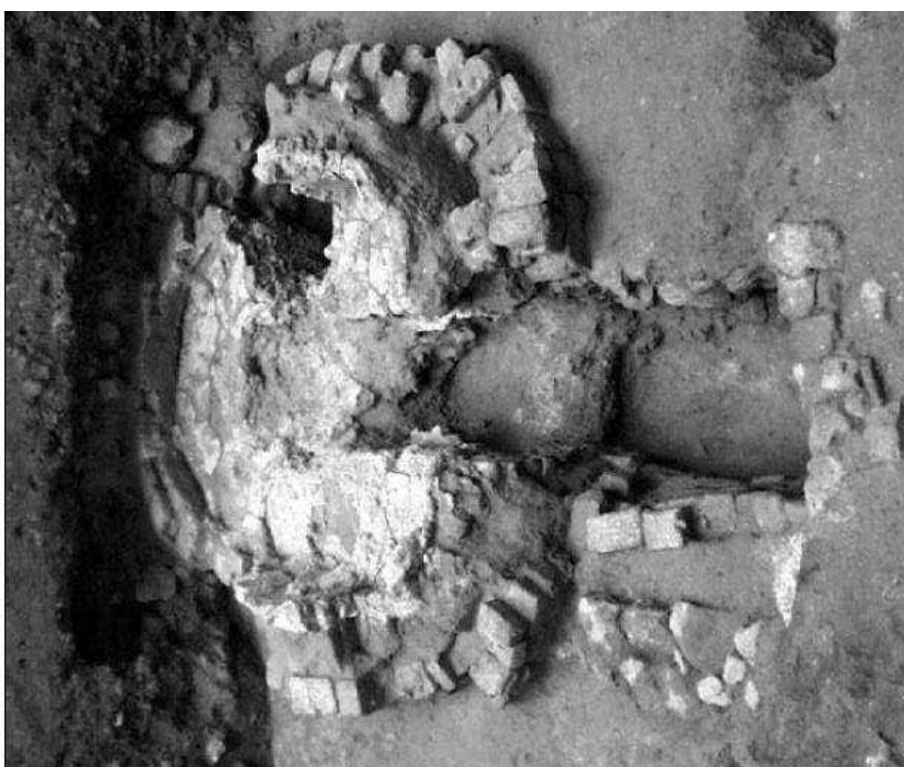


Figura 4.27 Horno de vidrio. Plaza Belluga (Murcia).

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	690/807



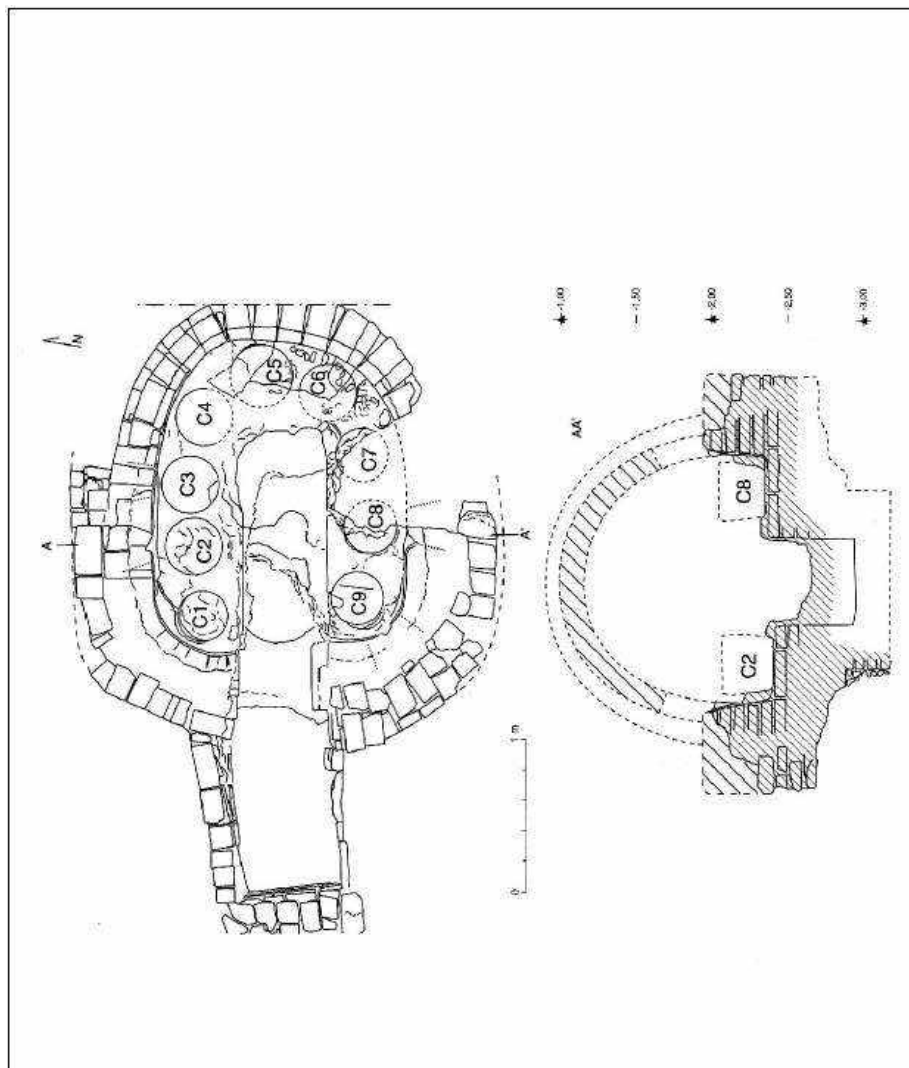


Figura 4.28 Horno de vidrio. Plaza Belluga (Murcia).

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	691/807



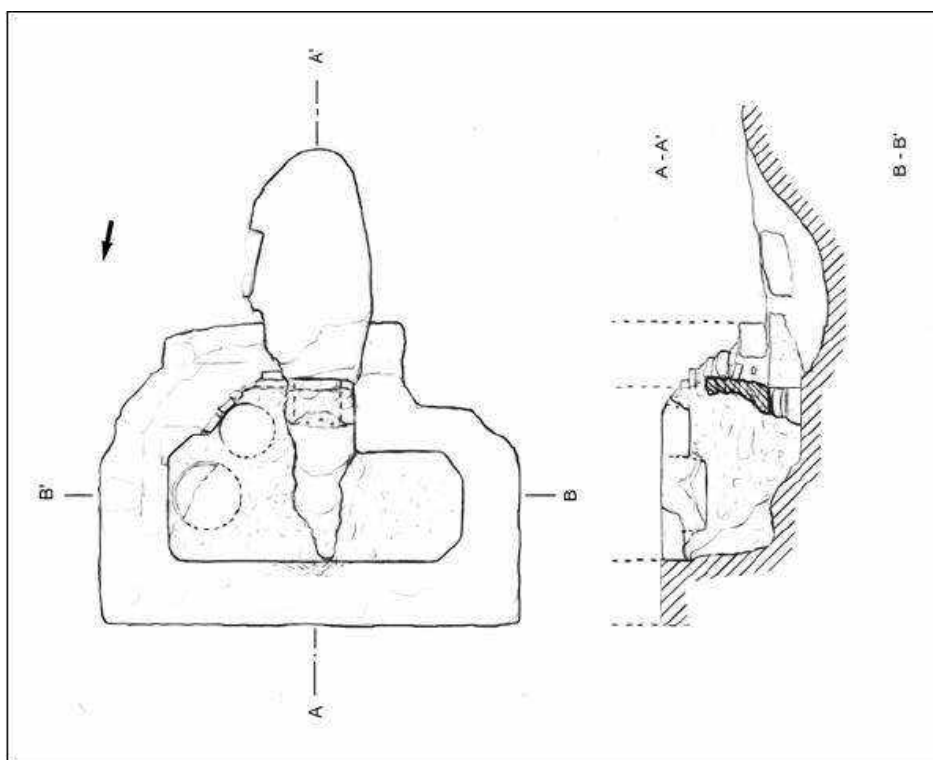


Figura 4.29 Horno de vidrio/vedrio. c/ Sagasta (Murcia).

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	692/807







Figura 4.30 Horno de vidrio. c/Fernando IV esquina con c/Hornos Caños. Jaén.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	693/807





Figura 4.31 Horno de vidrio. c/Cerrojo. Málaga.







Figura 4. 32 Fotografía aérea de Madīnat al-Zahrā (Córdoba).

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	695/807





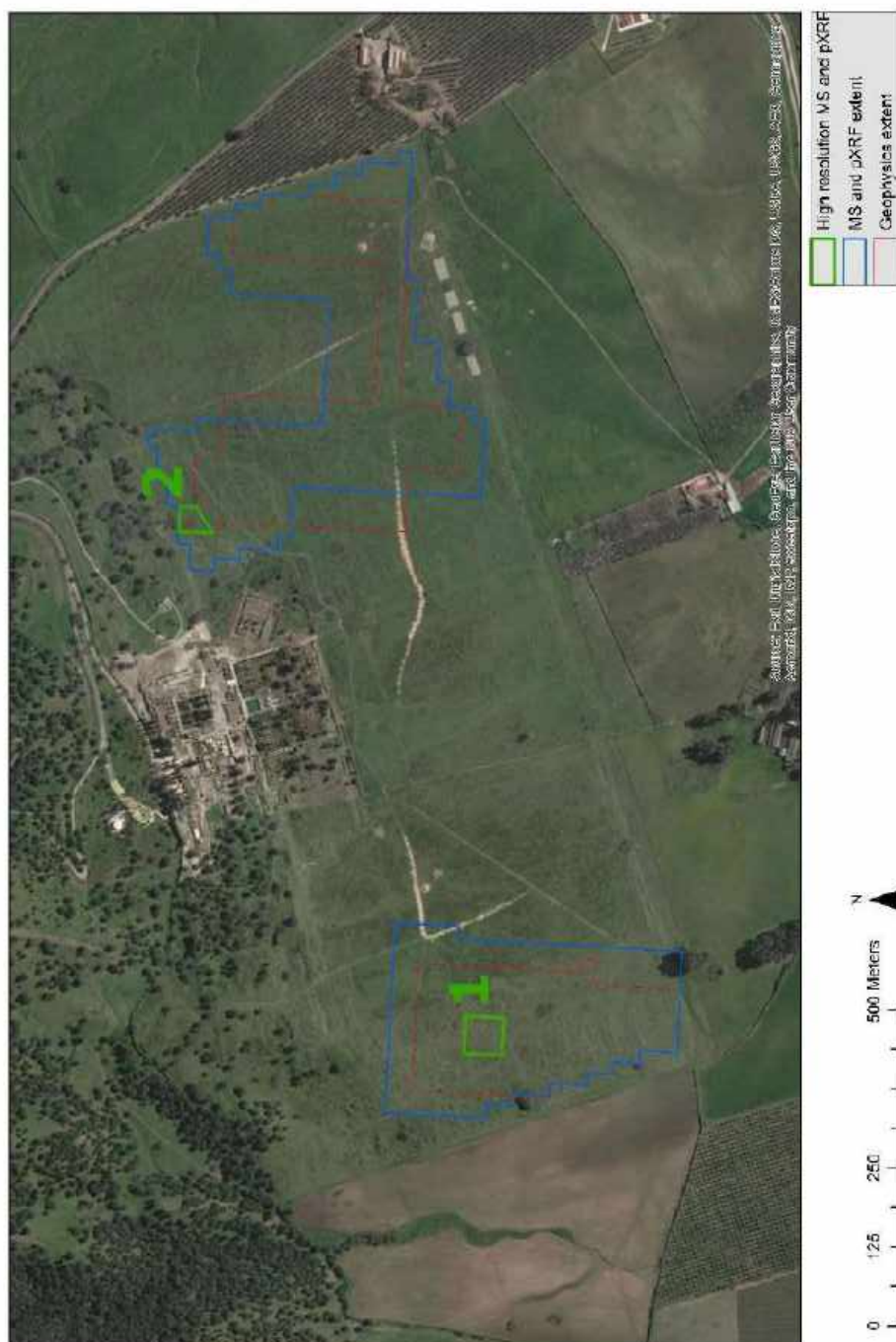


Figura 4.33 Áreas de prospección en Madinat al-Zahrā (Córdoba).

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	696/807



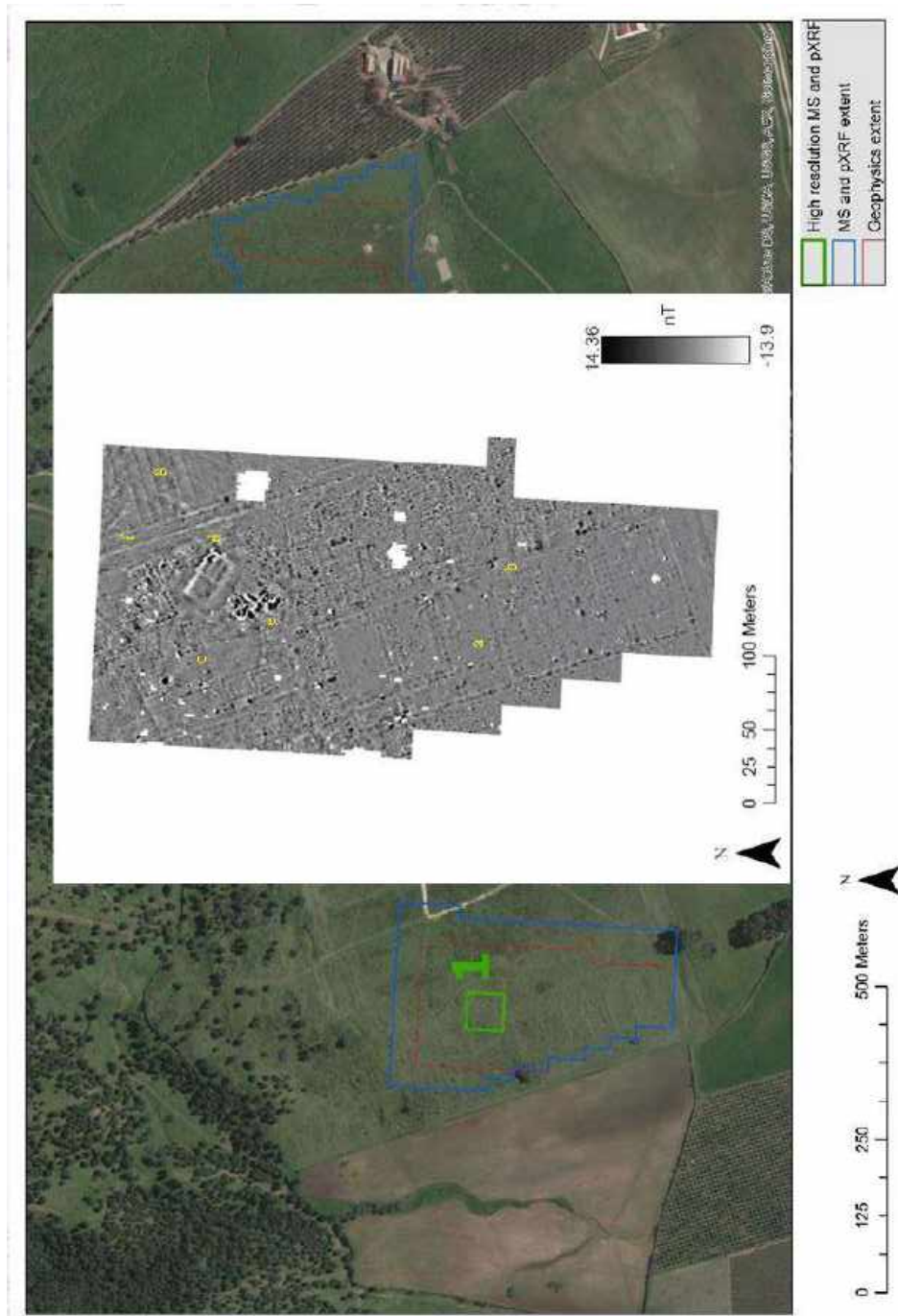


Figura 4.34. Resultados de la prospección geofísica Madinat al-Zahrā (Córdoba). Zona 1.



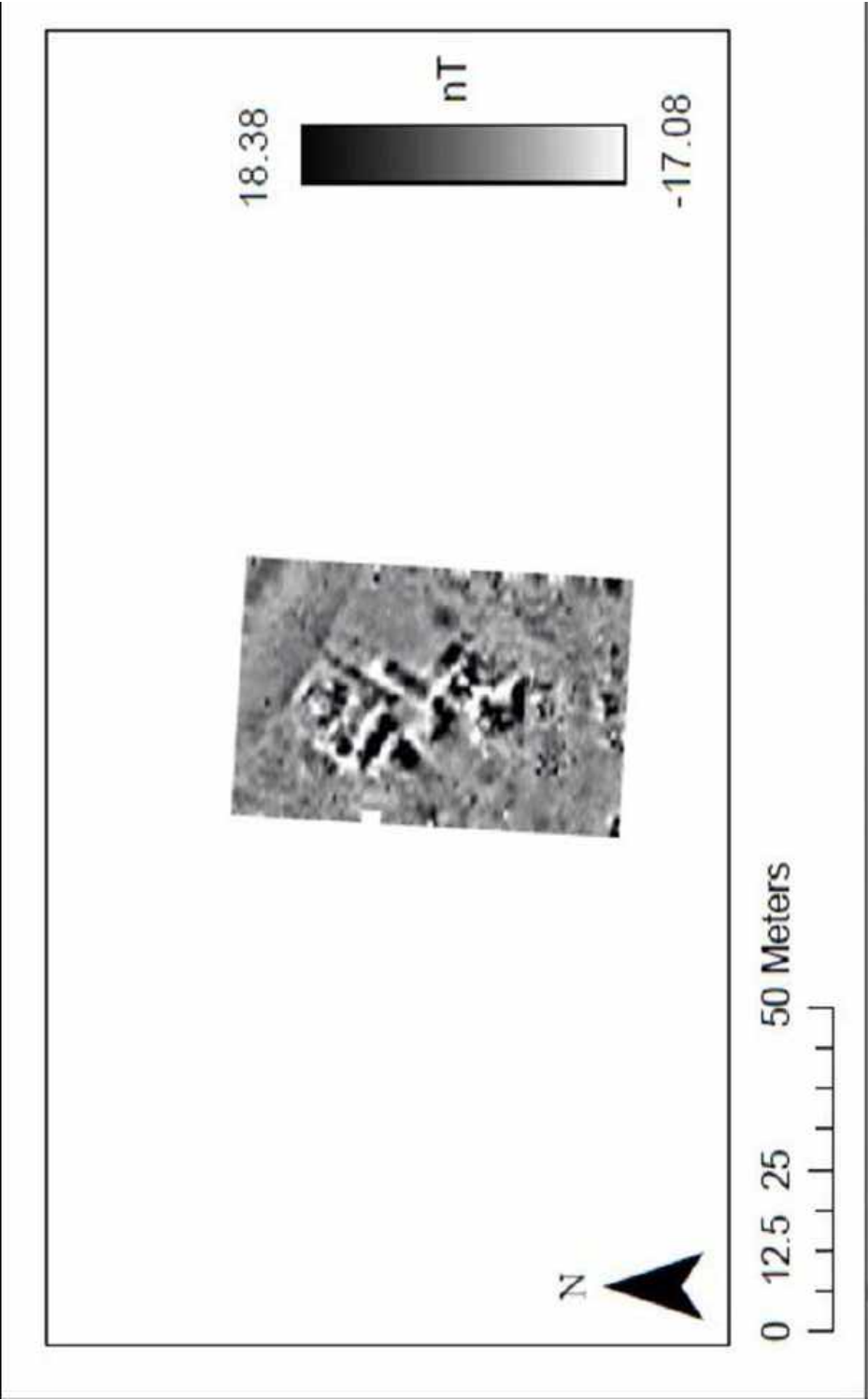


Figura 4.35 Detalle del edificio al sur de la mezquita en la Zona 1 de Madīnat al-Zahrā (Córdoba).





Figura 4.36 Resultados de la prospección geofísica Madinat al-Zahrā (Córdoba), Zona 2.





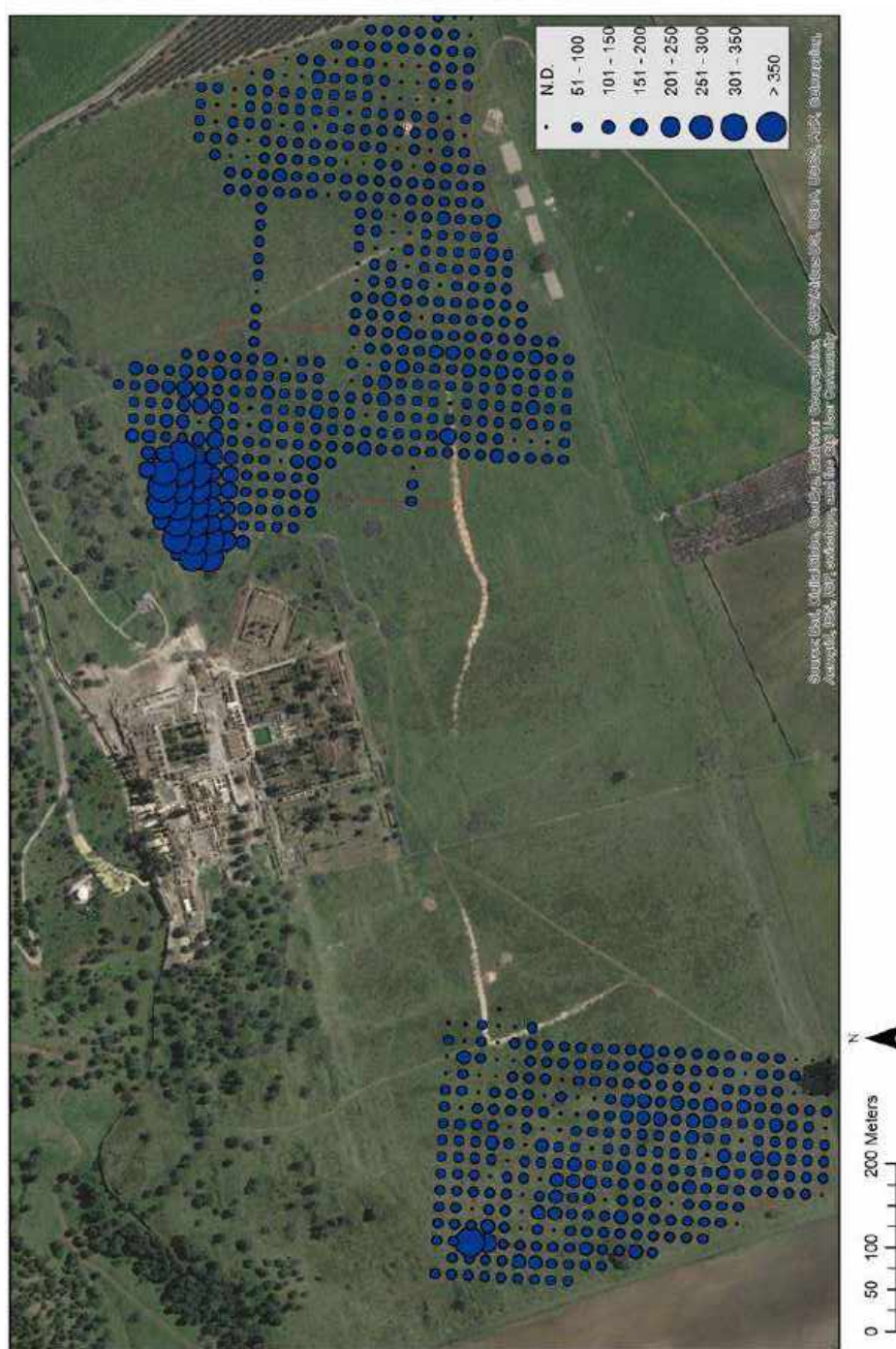


Figura 4.37 Resultados de la prospección por pXRF. Plomo.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	700/807



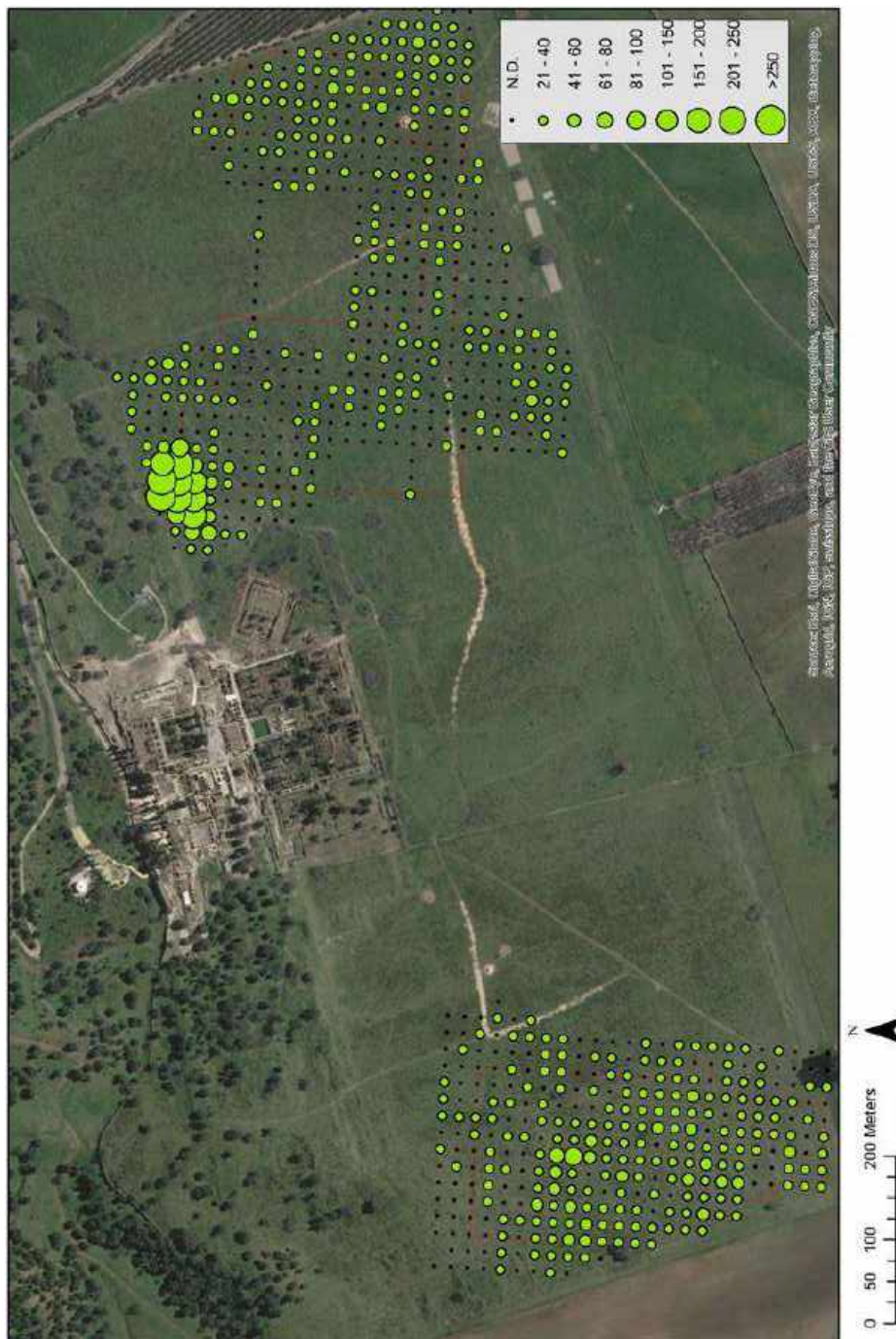


Figura 4.38. Resultados de la prospección por pXRF. Cobre.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	701/807







Figura 4.39 Escudo de armas de la dinastía nazarí en un cuenco de "loza dorada".

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	702/807



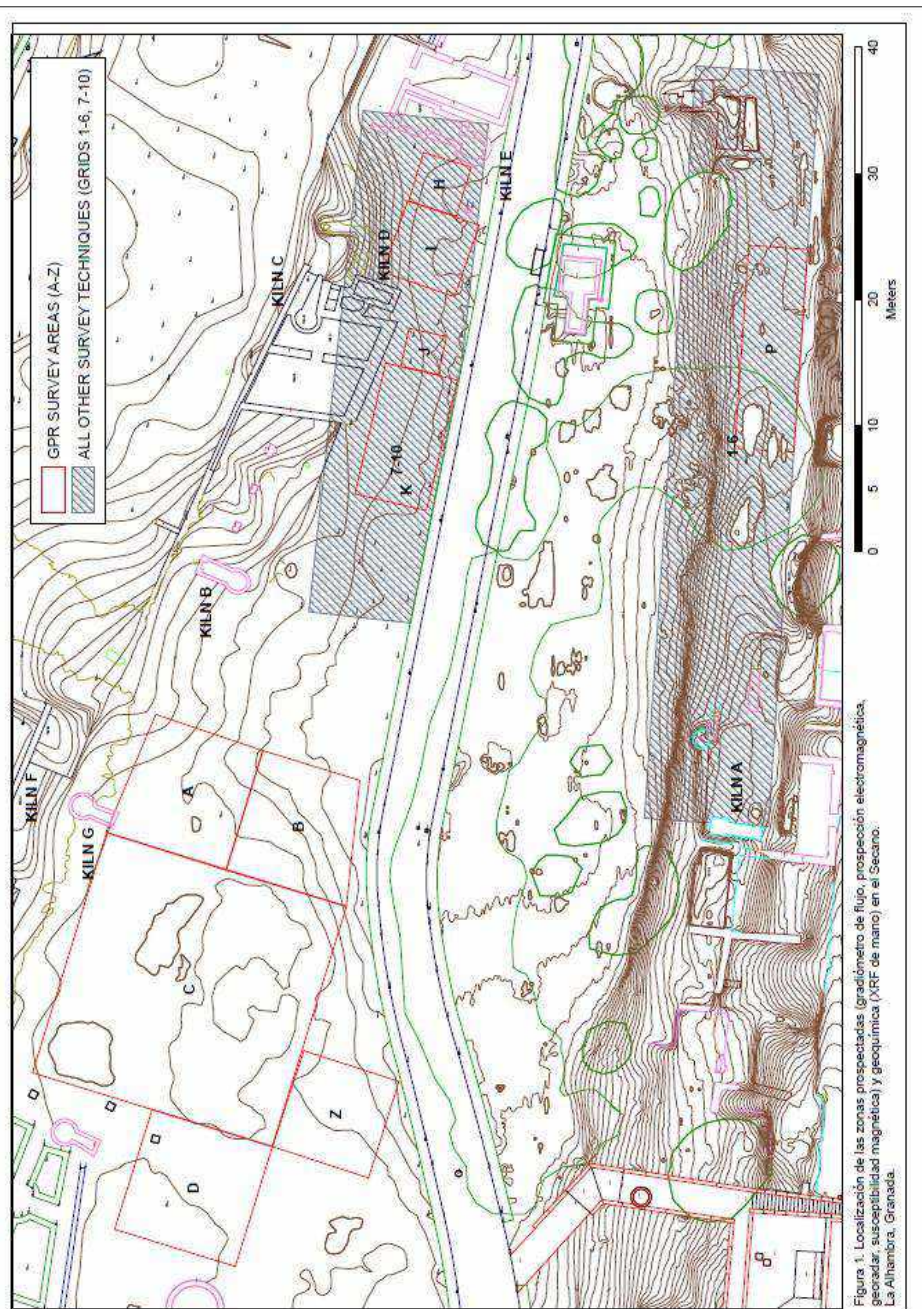


Figura 4.40 Plano de la zona de El Secano de la Alhambra, con distribución de hornos y de las zonas de prospección.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	703/807





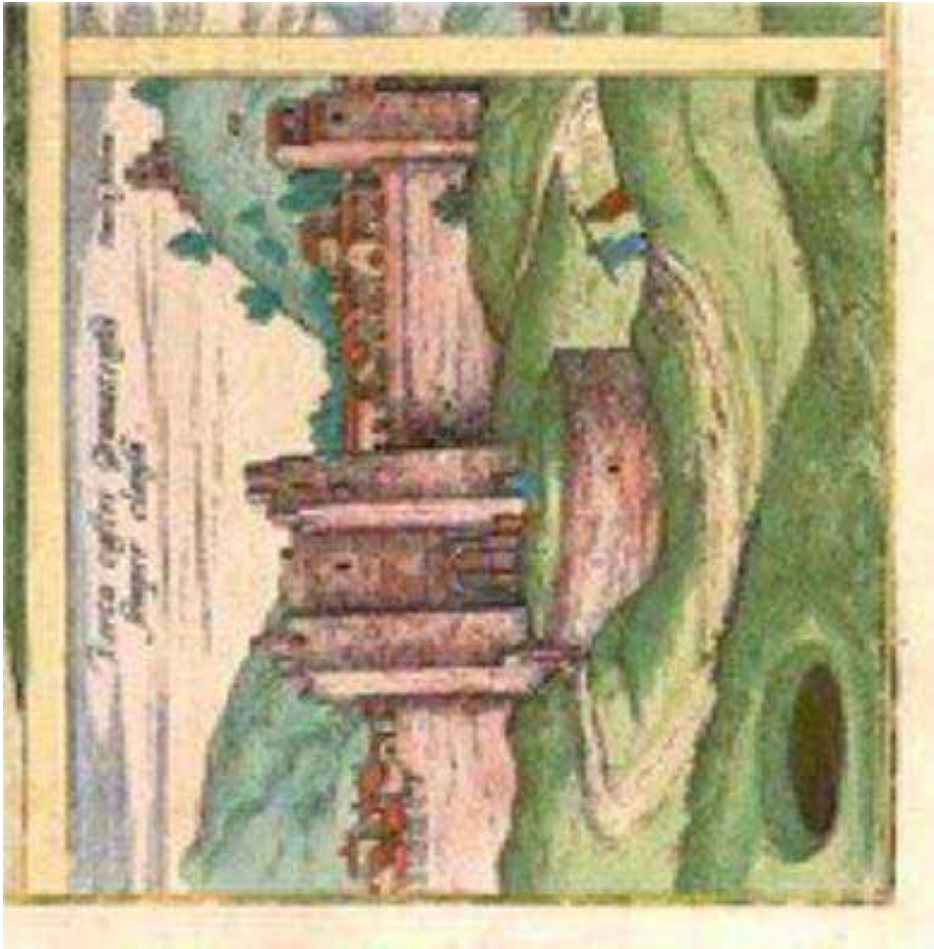


Figura 4.41 Panorama de la Alhambra en el *Civitates Urbis Terrarum*.



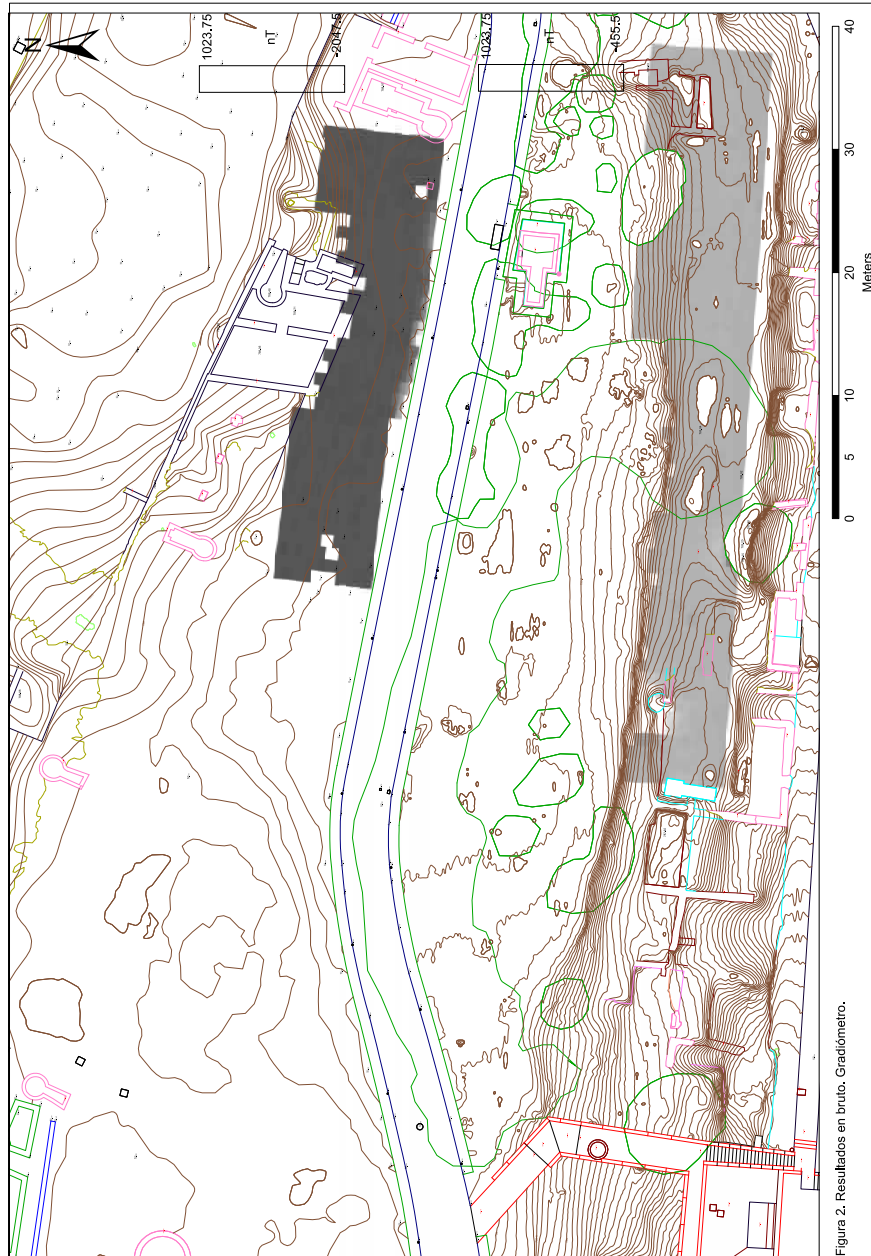


Figura 4.42 Resultados de la prospección por gradiómetro (sin procesar) en la zona de El Secano de la Alhambra

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	705/807





Figura 4.43 Resultados de la prospección por gradiómetro (procesados) en la zona de El Secano de la Alhambra.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM</a>	Página	706/807







Figura 4.44 Resultados de la prospección por conductividad (horizontal) en la zona de El Secano de la Alhambra.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	707/807





Figura 4.45. Resultados de la prospección por conductividad (vertical) en la zona de El Secano de la Alhambra.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	708/807



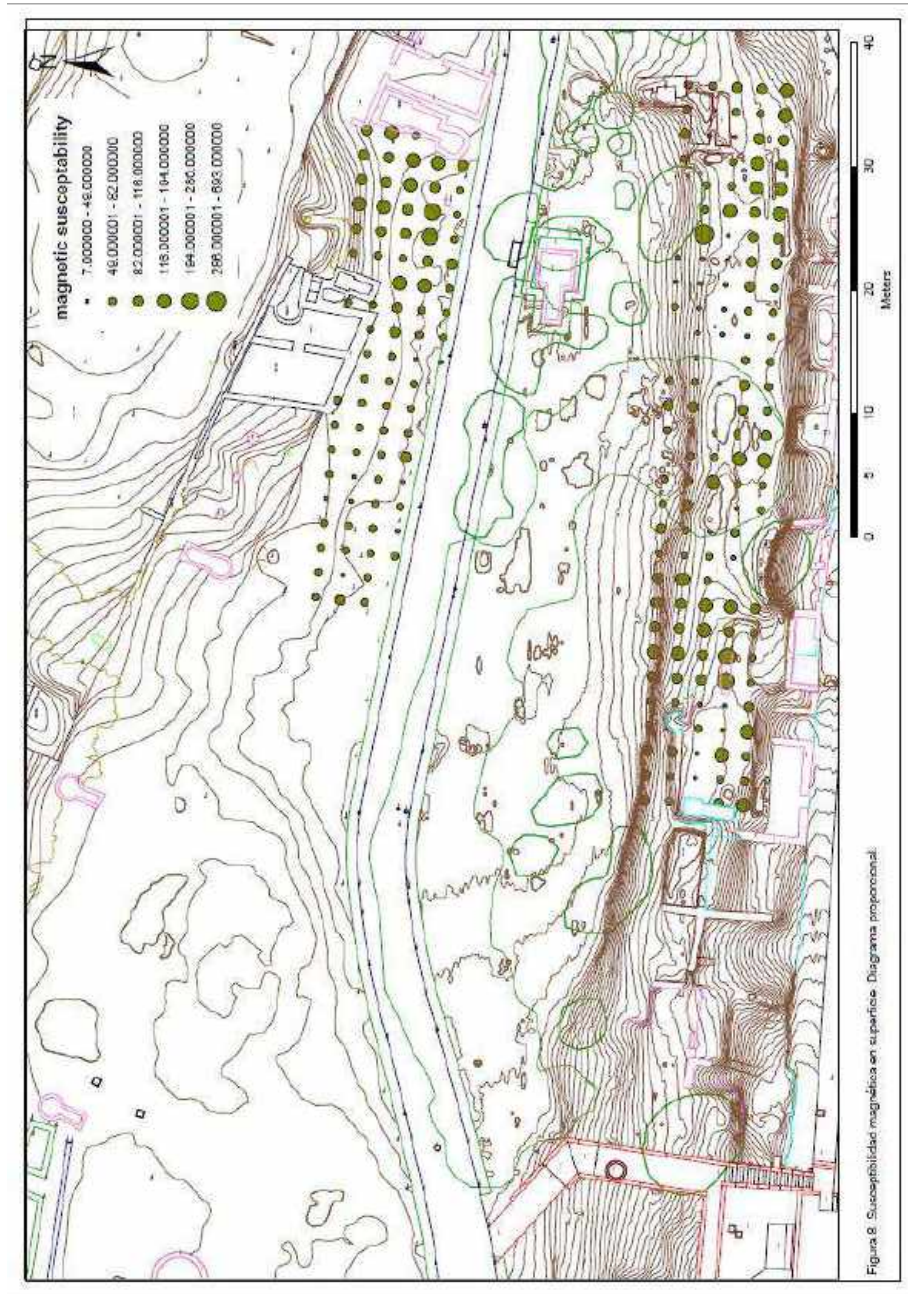


Figura 4.46 Resultados de la prospección por susceptibilidad magnética en la zona de El Secano de la Alhambra (resultados proporcionales)

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	709/807







Figura 4.47 Resultados de la prospección por susceptibilidad magnética en la zona de El Secano de la Alhambra (ploteado "natural neighbour").



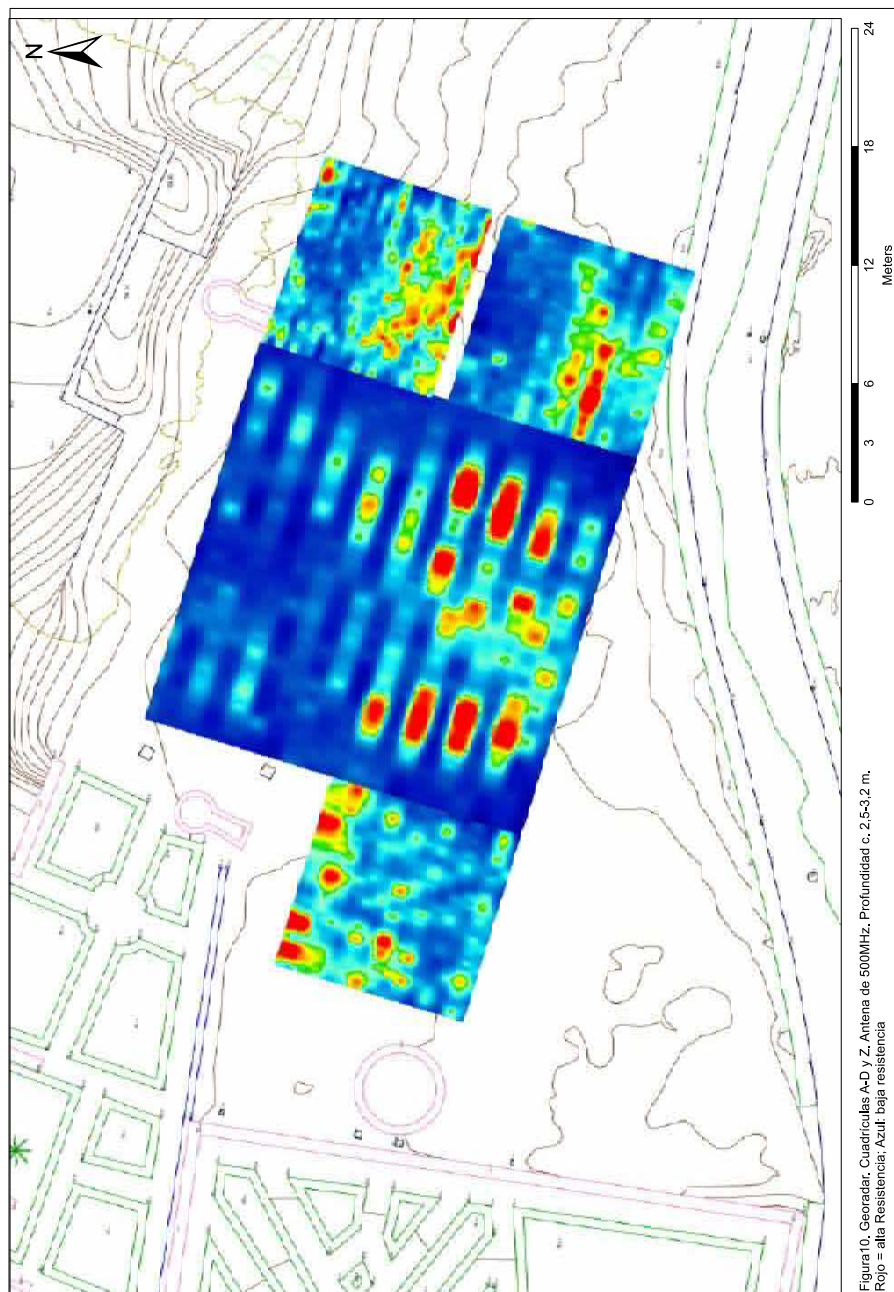


Figura 4.48 Resultado de la prospección por georadar de las cuadrículas A-D y Z (antena 500 MHz) en la zona de El Secano de la Alhambra.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	711/807





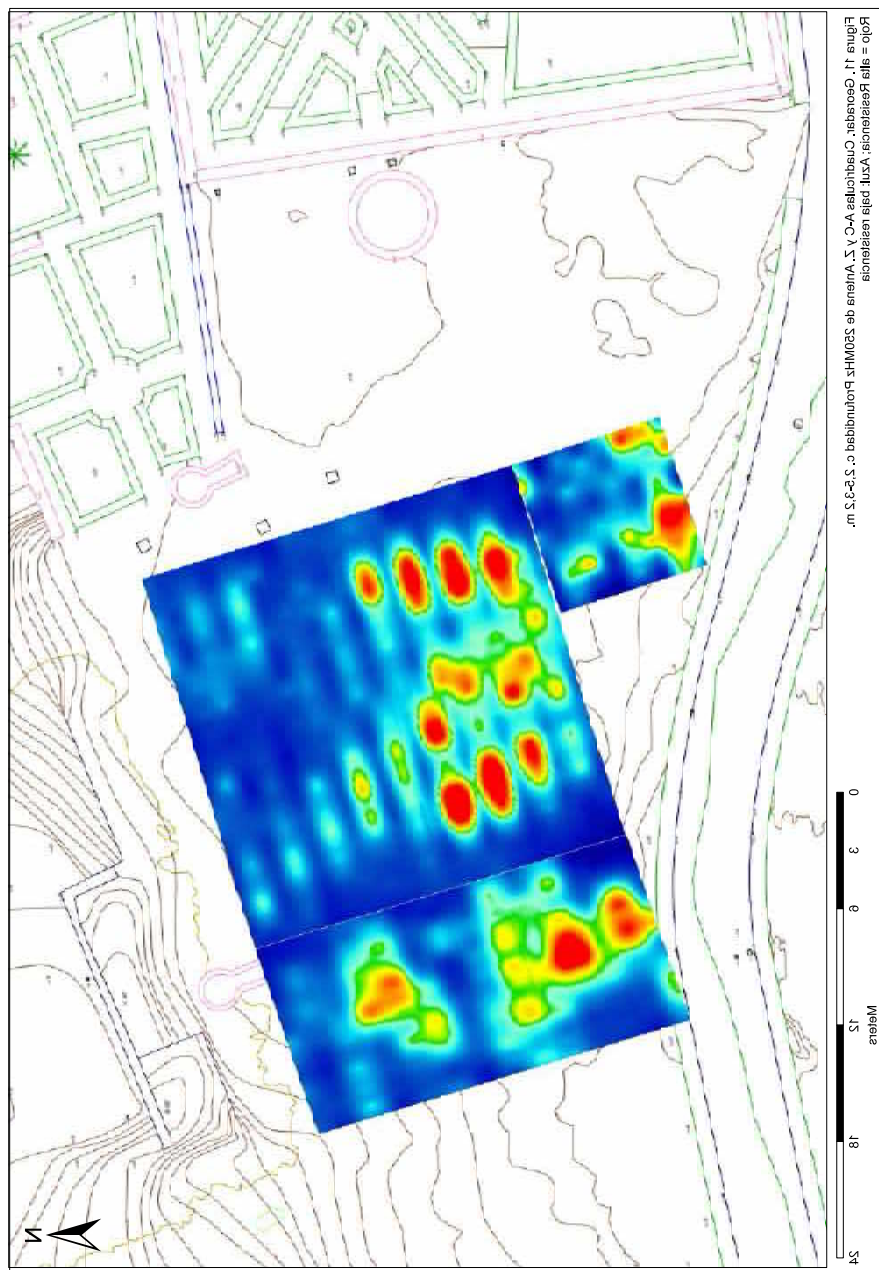


Figura 4.49 Resultado de la prospección por georadar de las cuadrículas A-D y Z (antena 250 MHz) en la zona de El Secano de la Alhambra

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	712/807



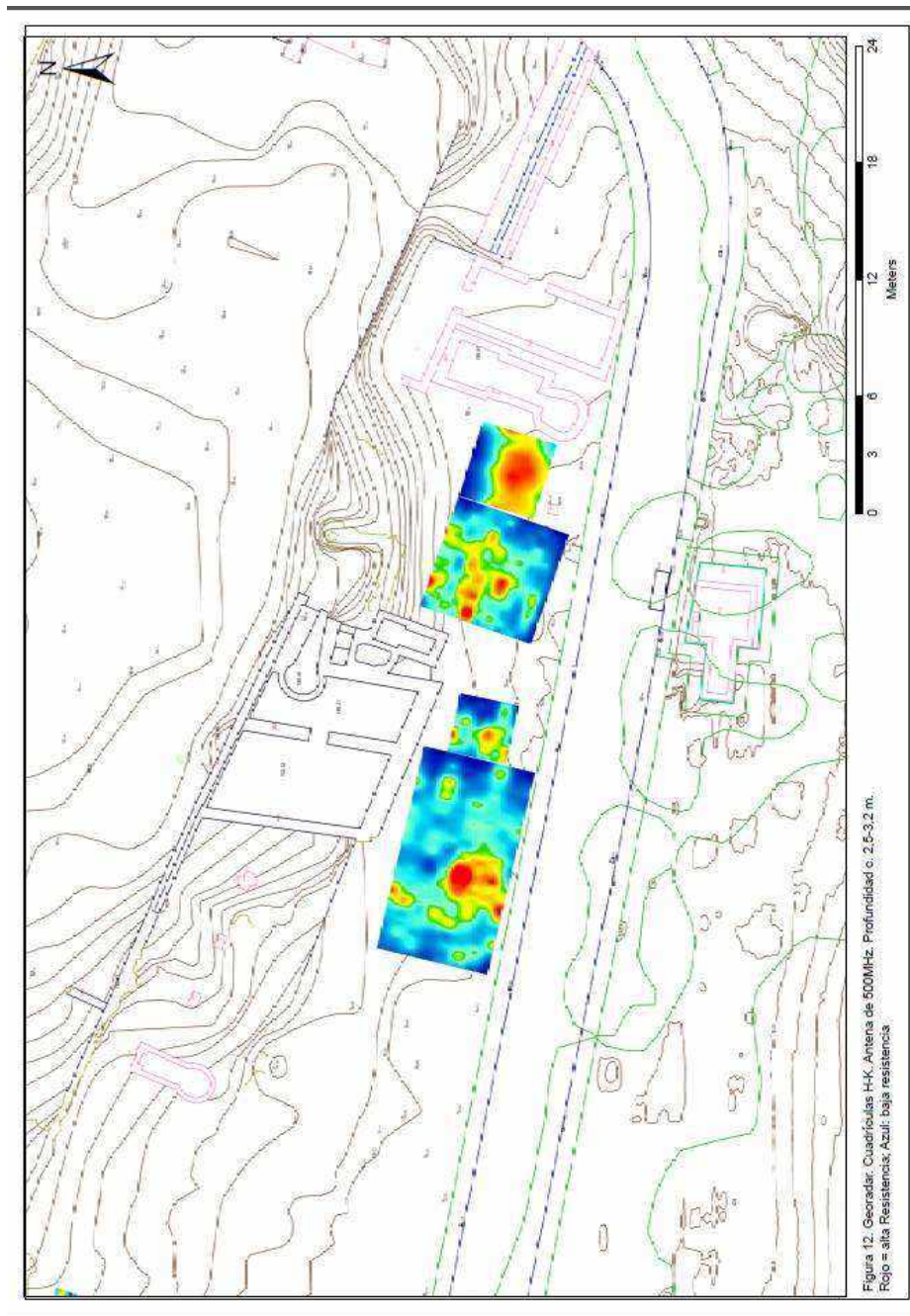


Figura 4.50 Resultado de la prospección por georádar (antena 500 MHz) de las cuadrículas H-K en la zona de El Secano de la Alhambra.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	713/807



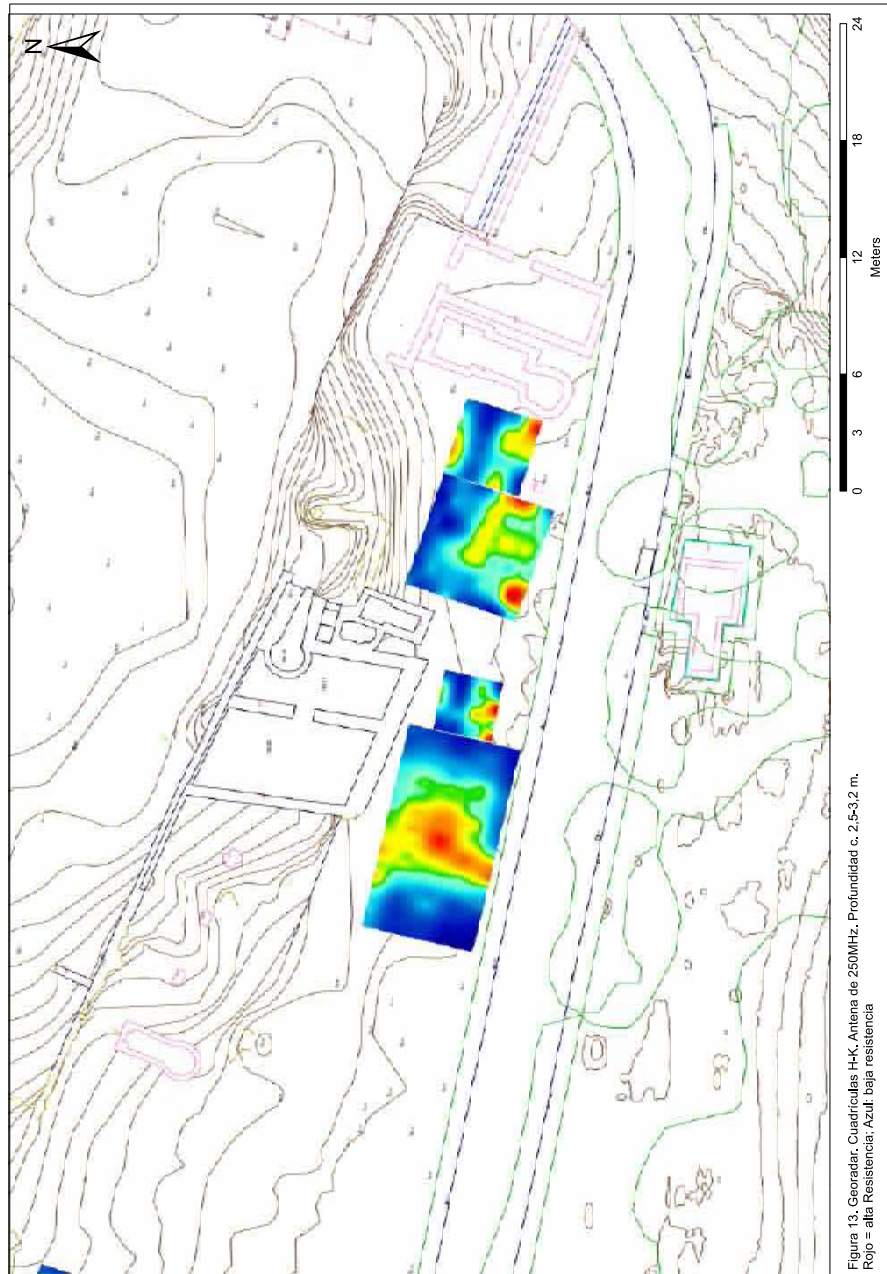


Figura 4.51 Resultado de la prospección por georádar (antena 250 MHz) de las cuadrículas H-K en la zona de El Secano de la Alhambra.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	714/807





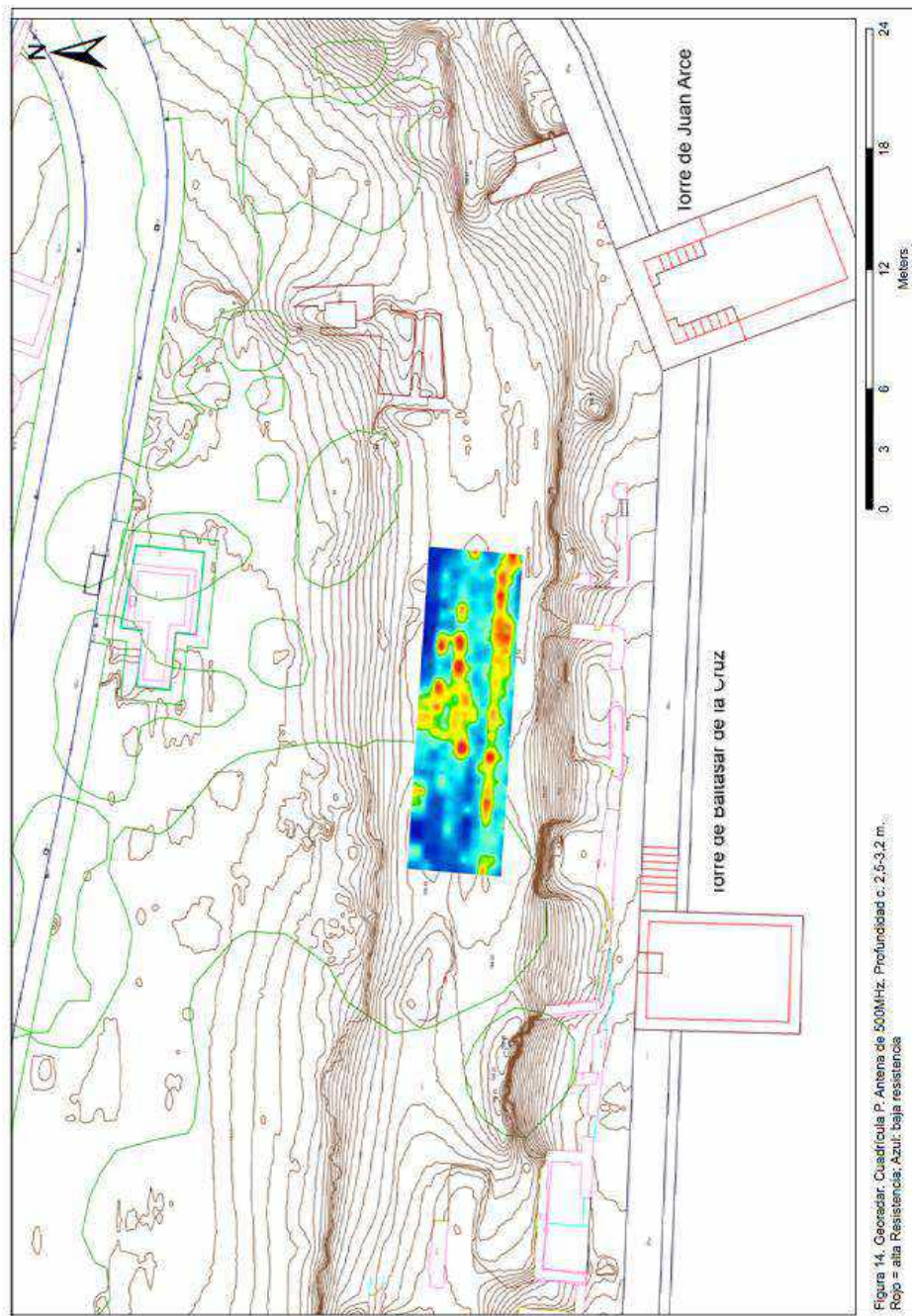


Figura 4.52 Resultado de la prospección por georádar (antena 500 MHz) de las cuadrícula P en la zona de El Secano de la Alhambra.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	715/807





Figura 4.53 Resultado de la prospección geoquímica por pXRF de la zona de El Secano de la Alhambra. Cobre.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	716/807





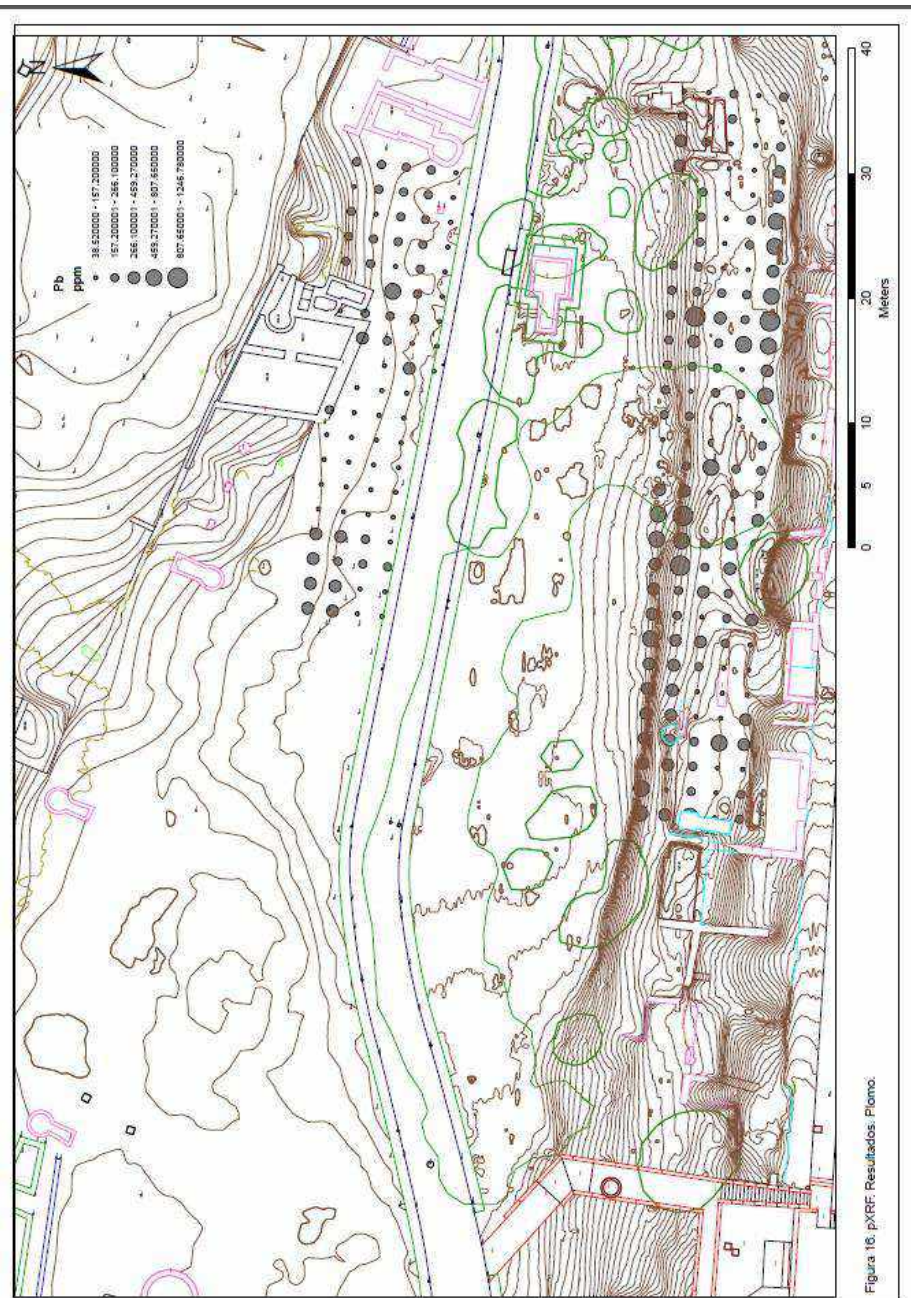


Figura 4.54 Resultado de la prospección geoquímica por pXRF de la zona de El Secano de la Alhambra. Plomo.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	717/807



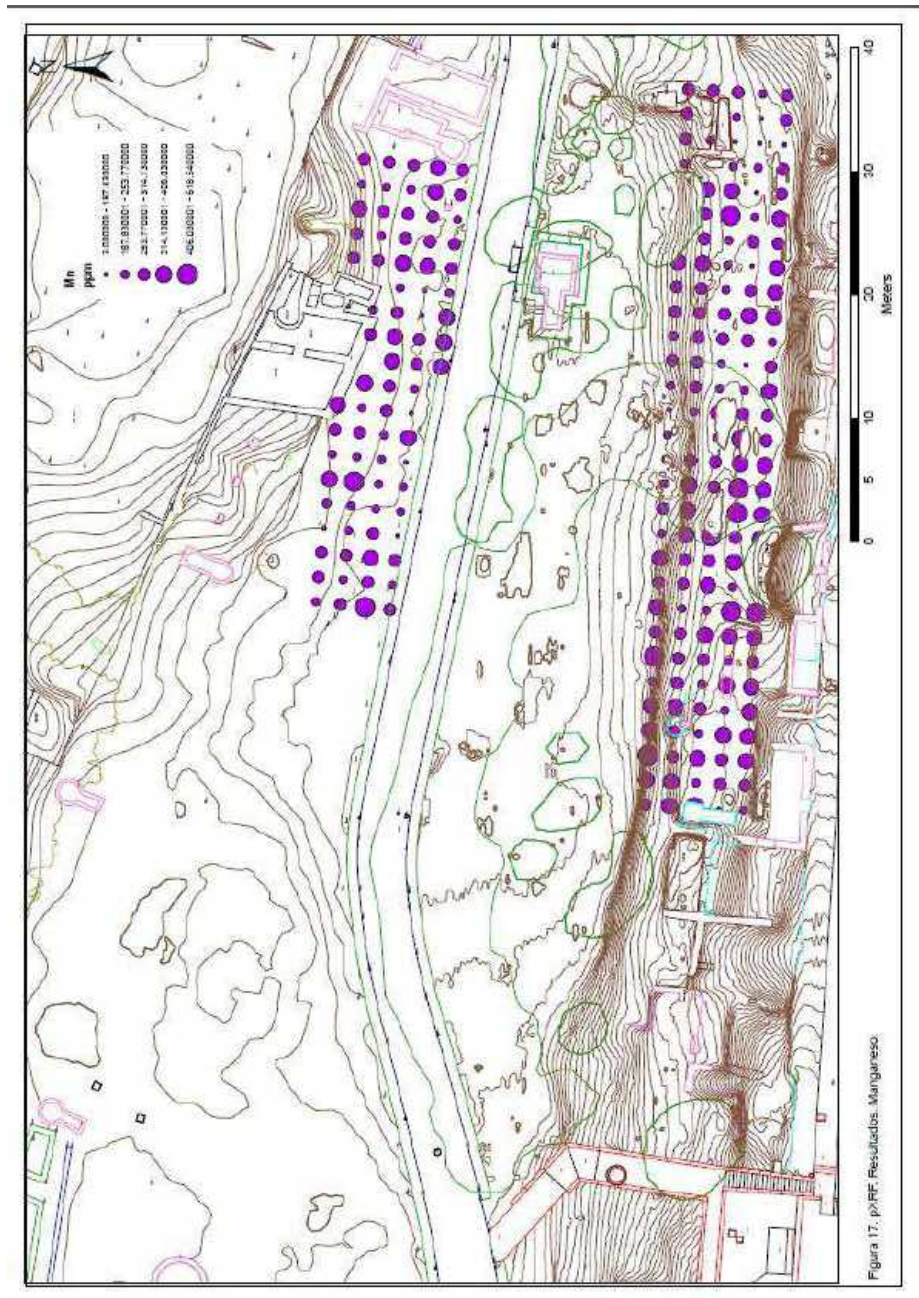


Figura 4.55 Resultado de la prospección geoquímica por pXRF de la zona de El Secano de la Alhambra. Manganeso.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	718/807





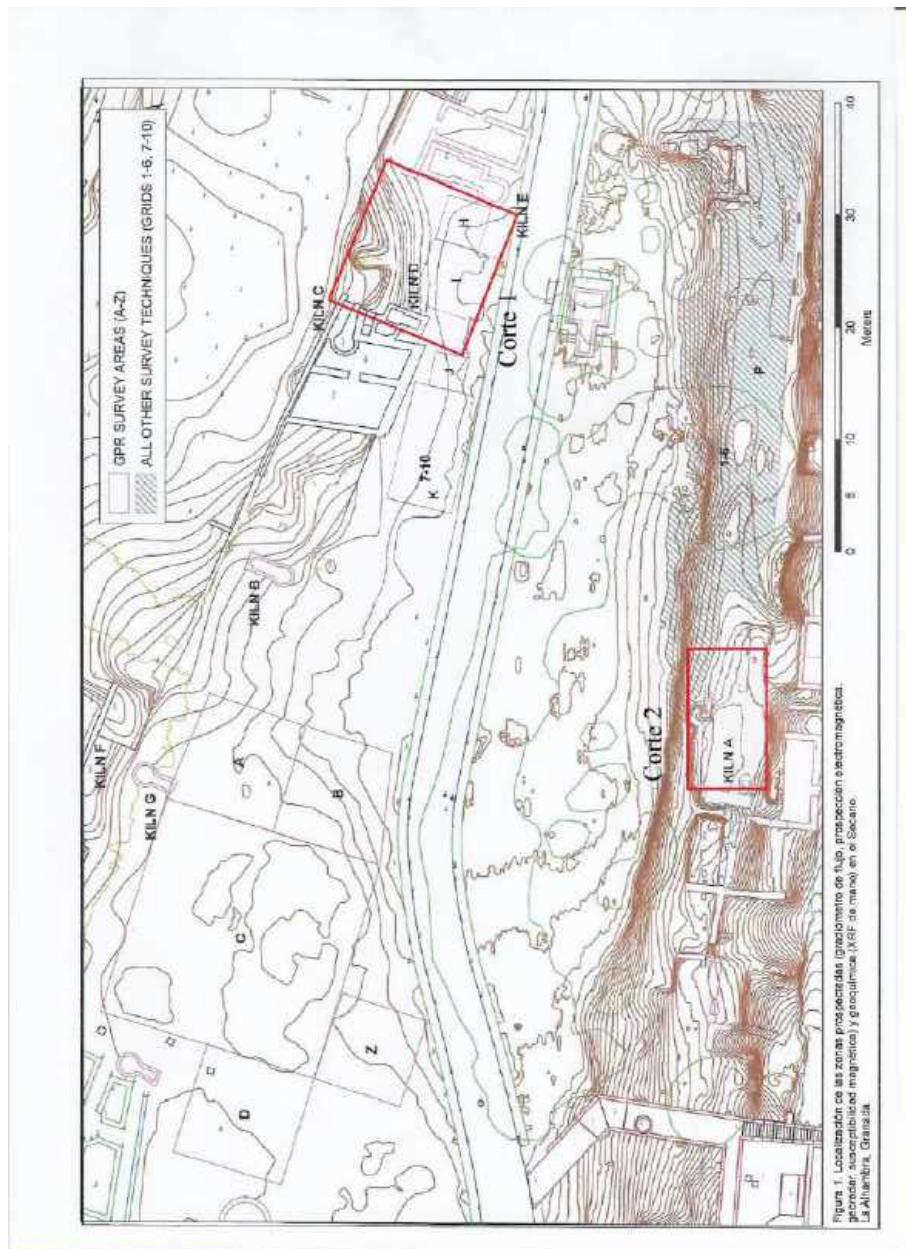


Figura 4.56 Ubicación de los cortes de excavación en la zona de El Secano de la Alhambra.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZKNKIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	719/807





Figura 4.57 Horno D1 en la zona de El Secano de la Alhambra. Esta imagen muestra las reconstrucciones llevadas a cabo por Prieto Moreno.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	720/807





Figura 4.58 Restos medievales identificados en el Sondeo 1 de El Secano de la Alhambra. El horno se sitúa a la izquierda.





Figura 4. 59 Torta de vidrio encontrada en el interior de la cámara del Horno D2 de El Secano de la Alhambra, incluyendo una gota solidificada en el momento de desprenderse.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	722/807



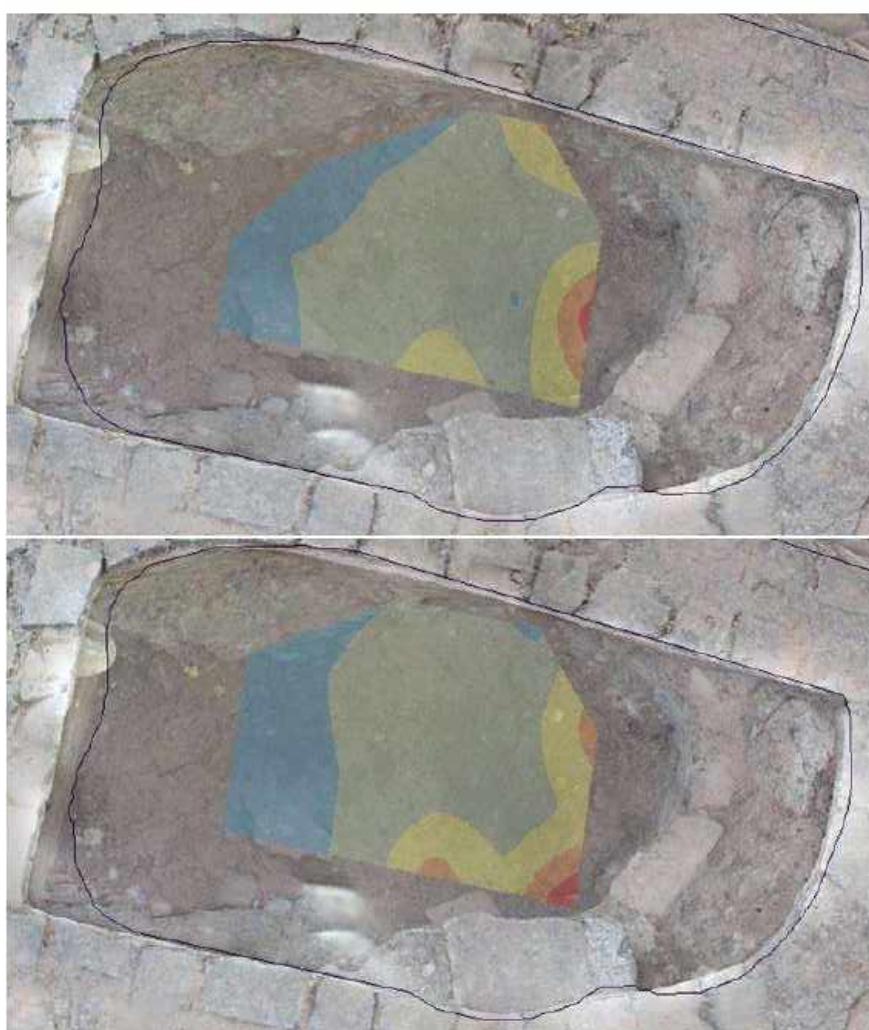


Figura 4.60 Resultado para plomo de la prospección por pXRF del interior del Horno D (incluyendo capas 2 y 4), en la que se aprecia la clara estructuración de la distribución de la contaminación.



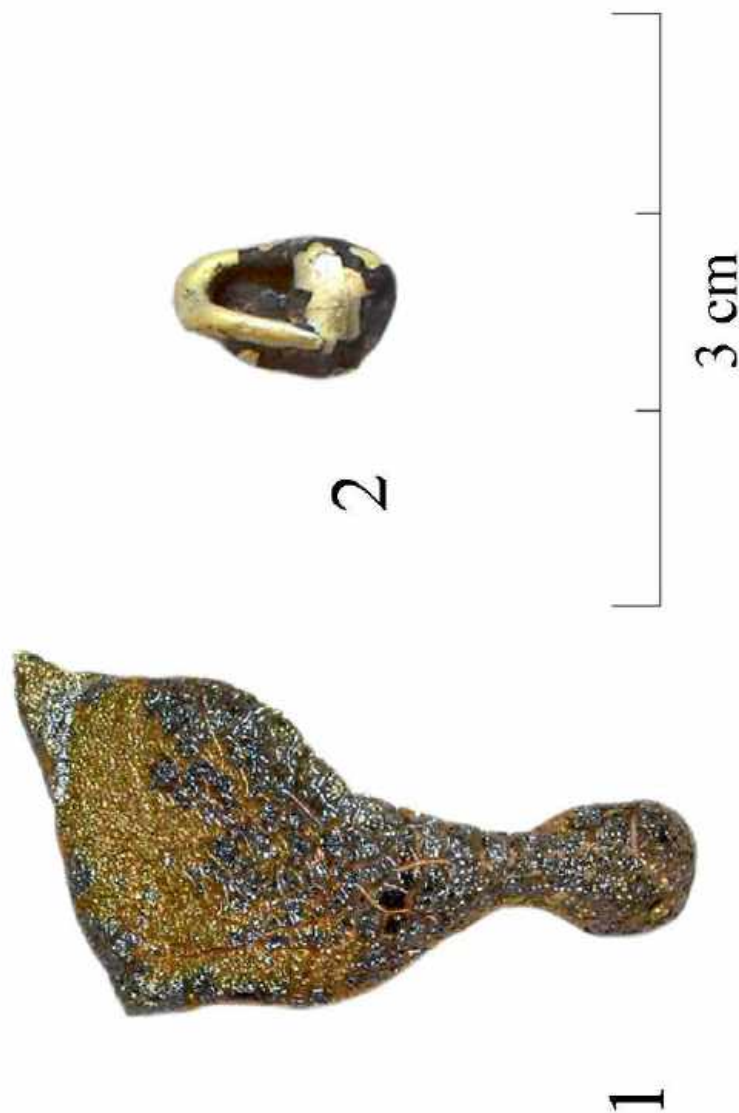


Figura 4.61 Gotas de vidrio identificada durante las excavaciones de El Secano, en la Alhambra.



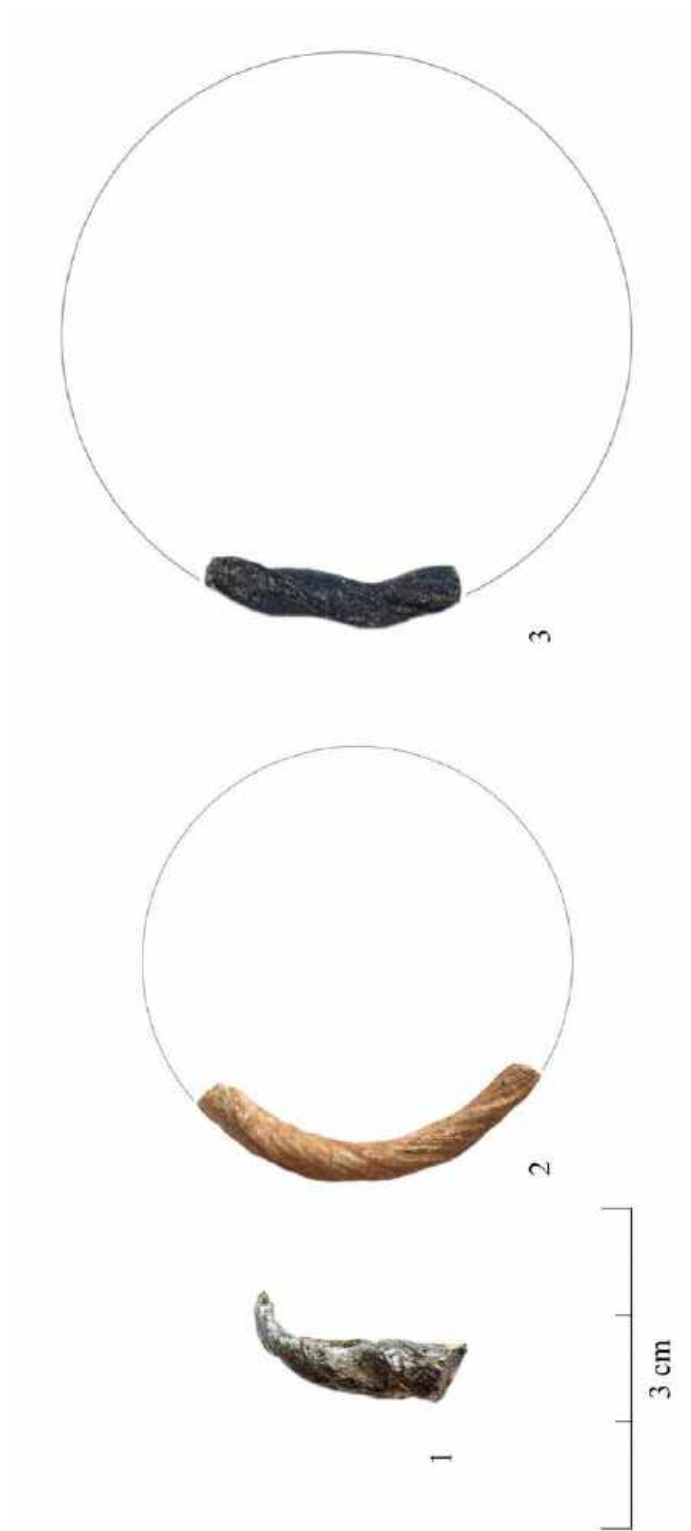


Figura 4.62 Fragmentos de pulseras de vidrio identificadas durante las excavaciones de El Secano, en la Alhambra.





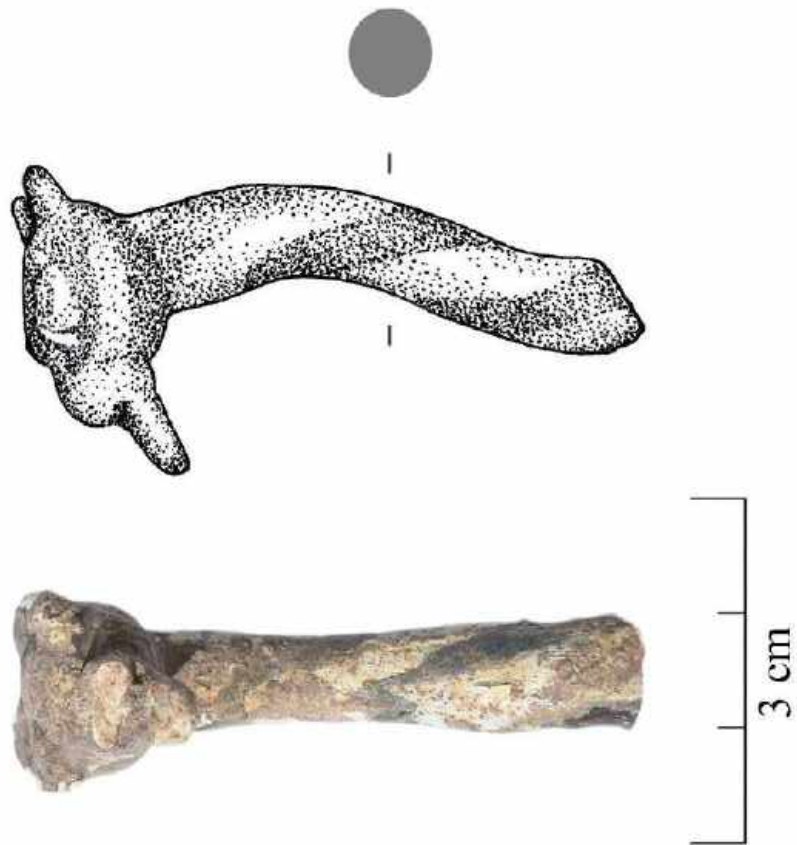


Figura 4.63 Fragmento de una figura zoomorfa de vidrio identificada durante las excavaciones del El Secano, en la Alhambra.





Figura 4.64 Fragmentos de ungüentario de vidrio identificados en la excavación de El Secano, y reconstrucción del mismo.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	727/807





Figura 4.65 Fragmentos de vidrio arquitectónico identificados en la excavación de El Secano.



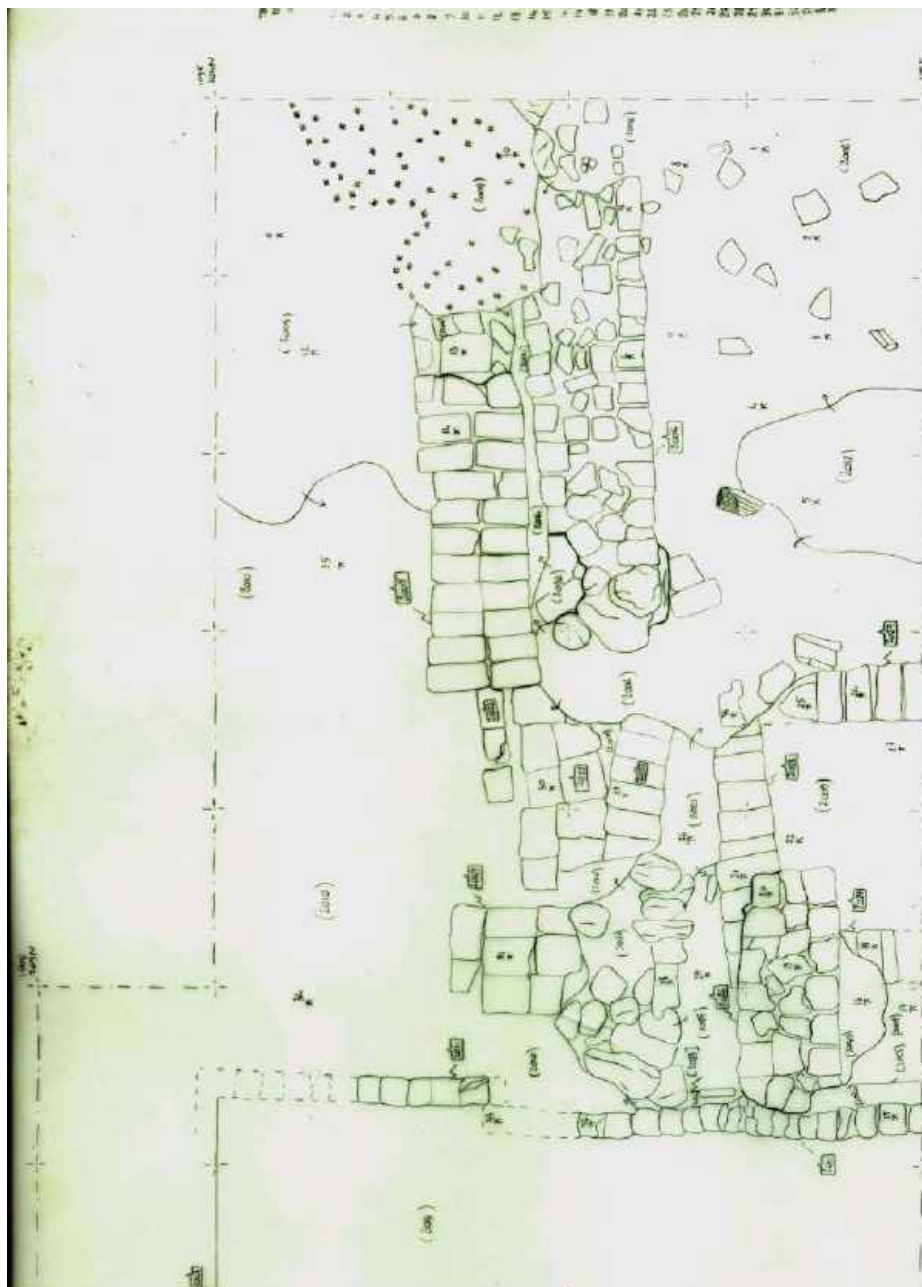


Figura 4.66 Plano tras la excavación del Sondeo 2 en la zona de El Secano. El horno tardío a la izquierda.



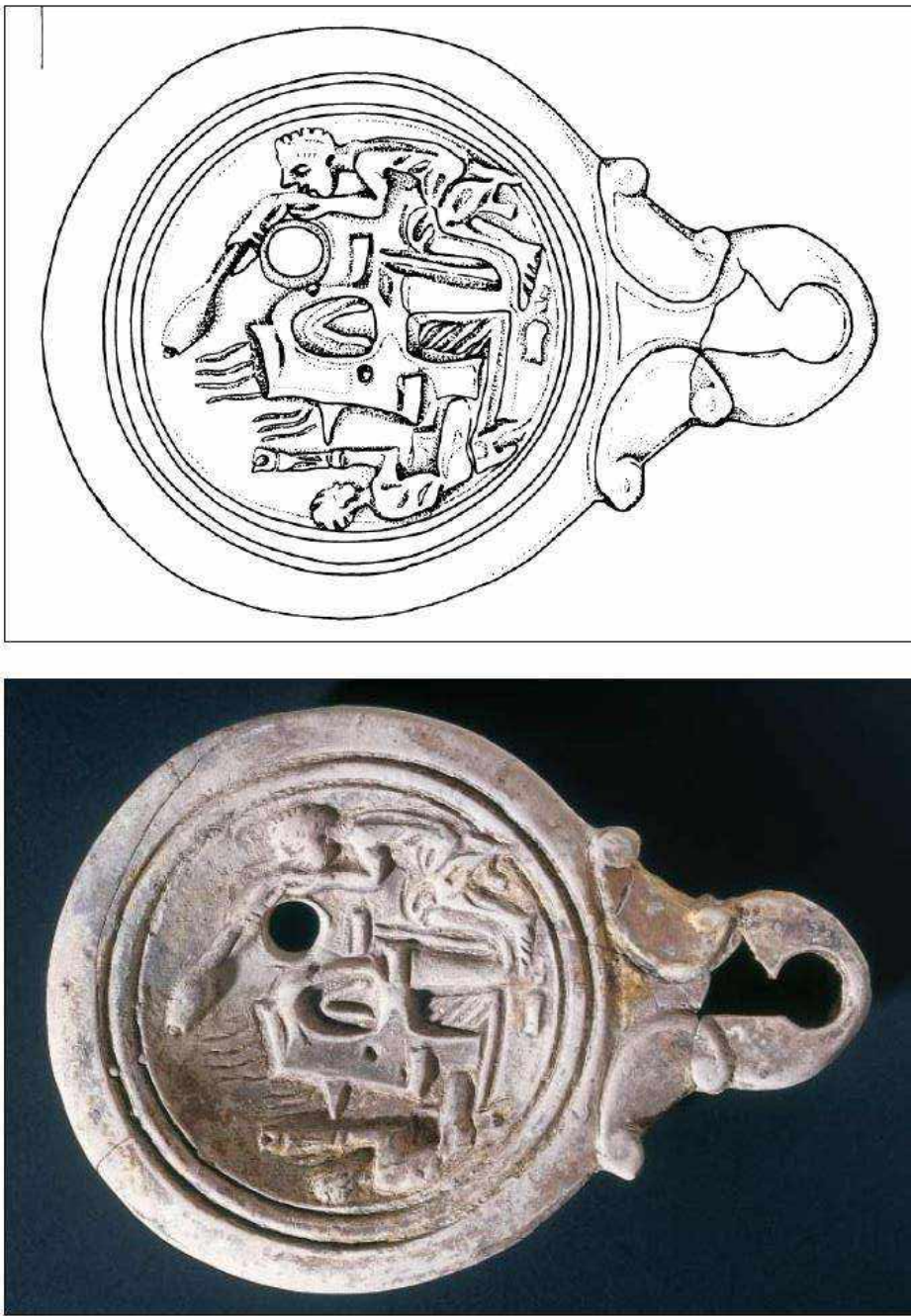


Figura 4.67 Lucerna romana de Spodnje Škofije (siglo I d. C.), que representa unos sopladores trabajando en su taller.







Figura 4.68 Vaso de las Gacelas, que presenta las típica decoración de “loza dorada” de la dinastía nazarí.



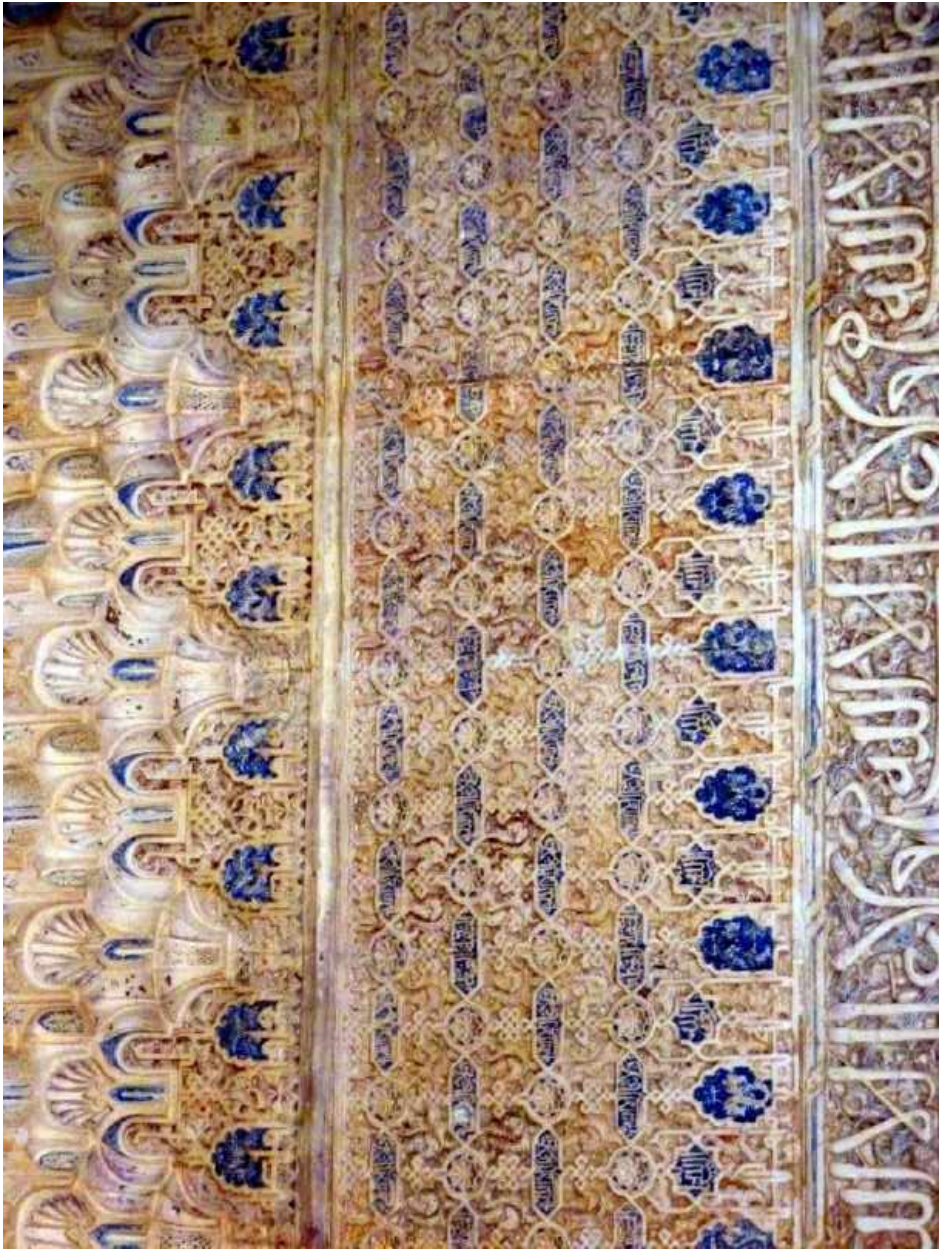


Figura 4.69 Decoraciones parietales de los palacios nazaríes, que siguen el estilo de la loza dorada.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	732/807





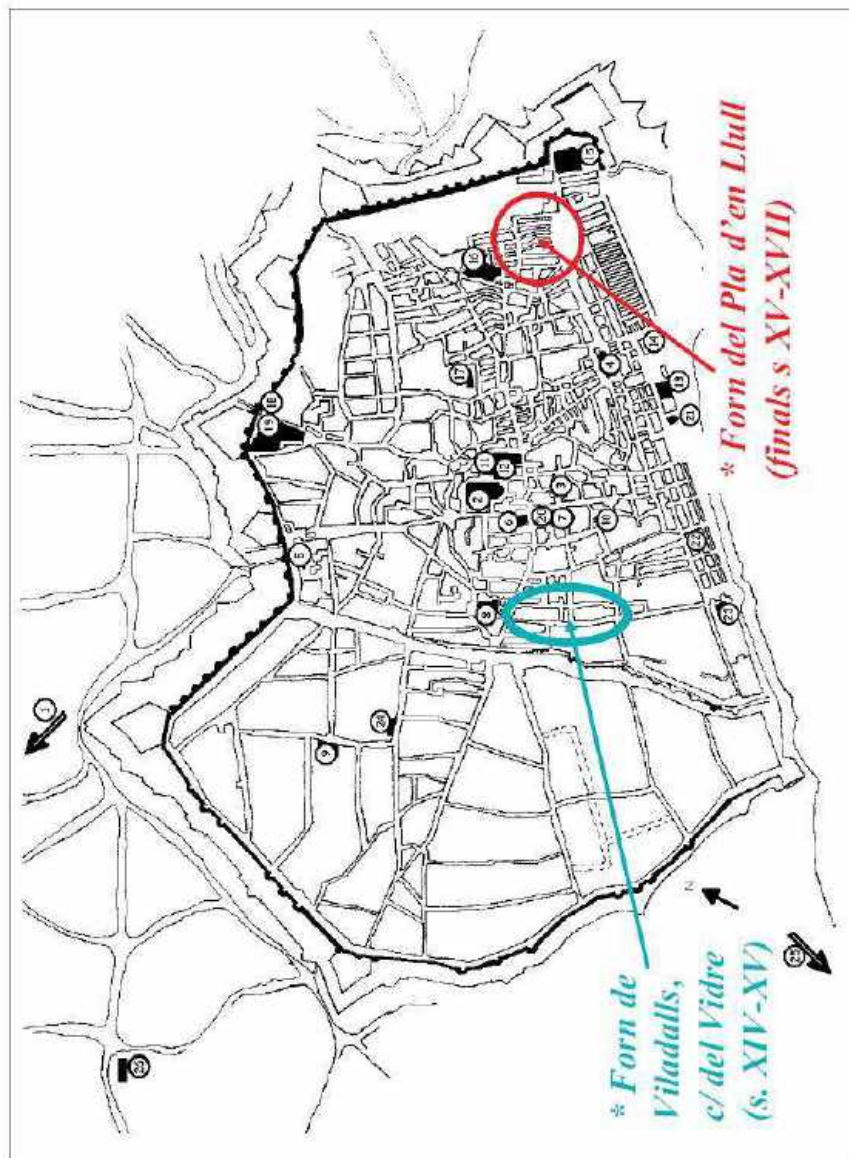


Figura 5.1. Ubicación de los dos hornos de vidrio de Barcelona en los siglos XIV-XVI

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	733/807





Figura 5.2. “Dip-mould” Asia Occidental. Siglos XI-XIII.



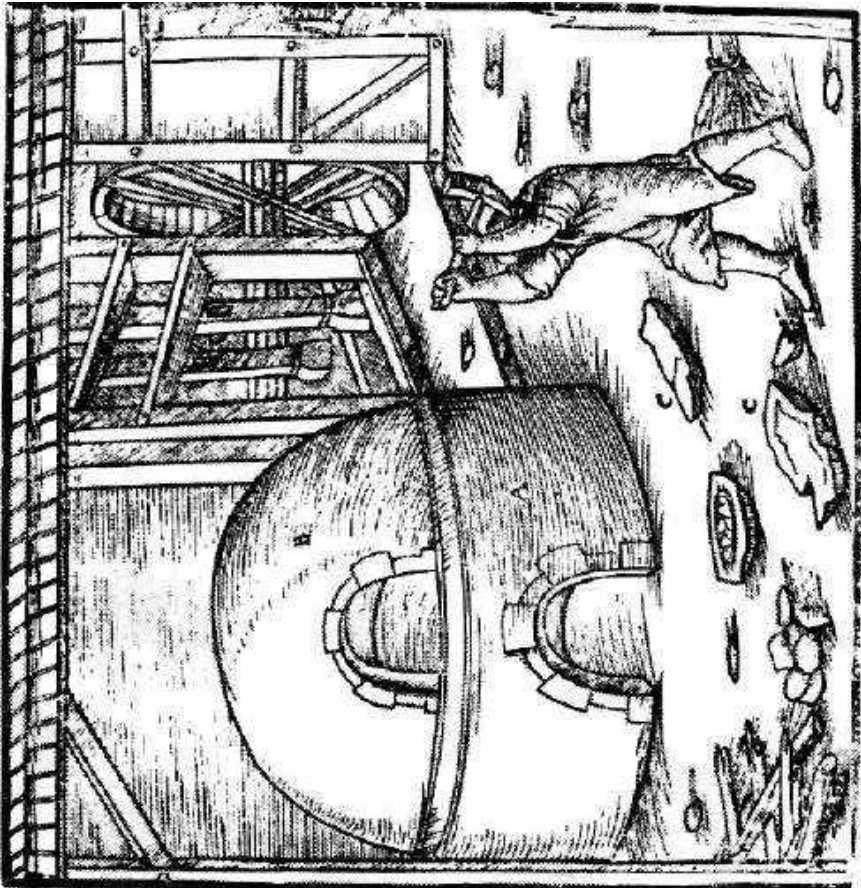


Figura 5.3. Un operario fragmenta la frita en un taller de vidrio

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	735/807



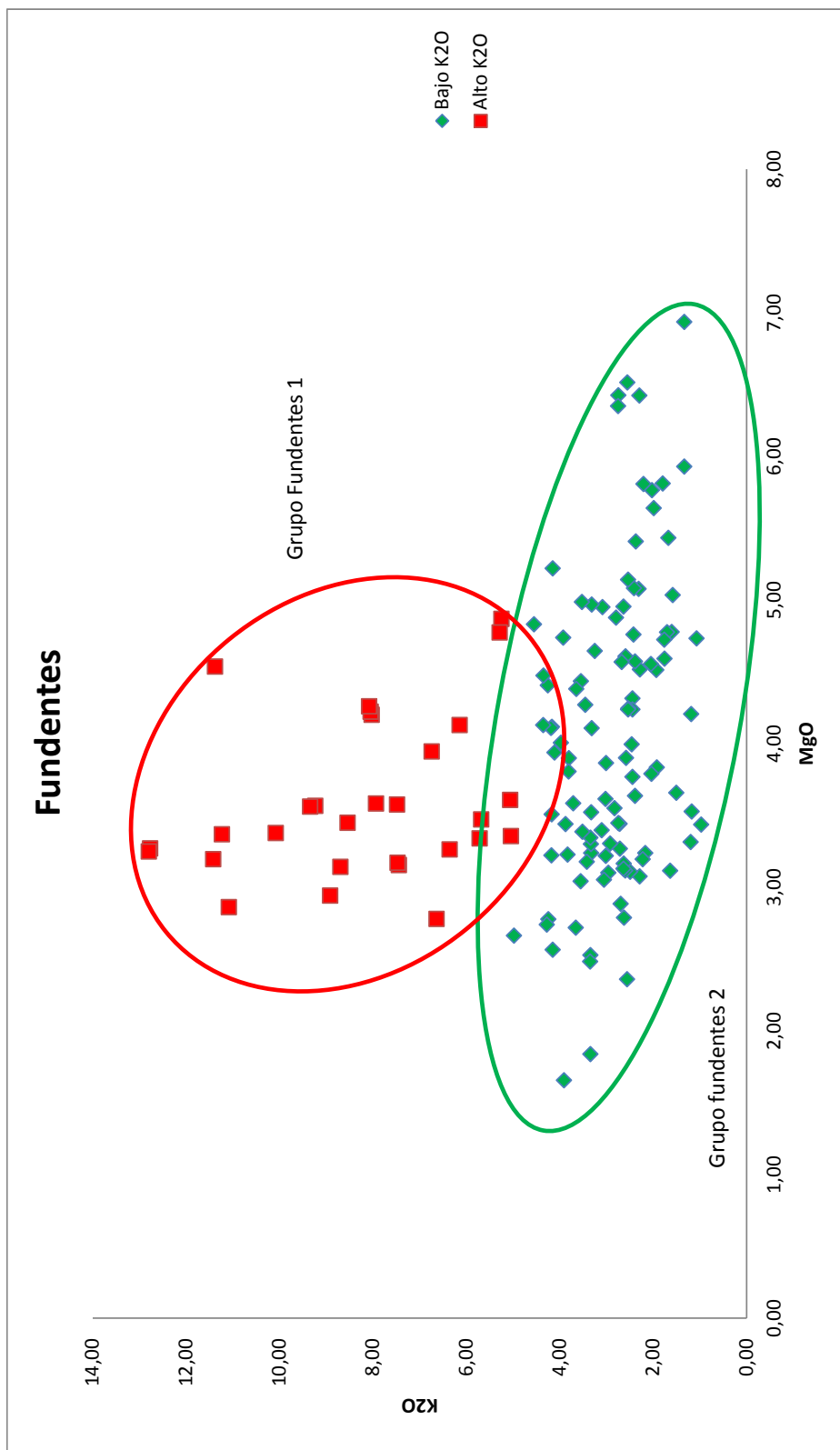


Figura 6. 1. Relación Mgo-K<sub>2</sub>O de los vidrios producidos con fundentes de origen vegetal analizados en el contexto del *The al-Andalus Glass Project*.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	736/807



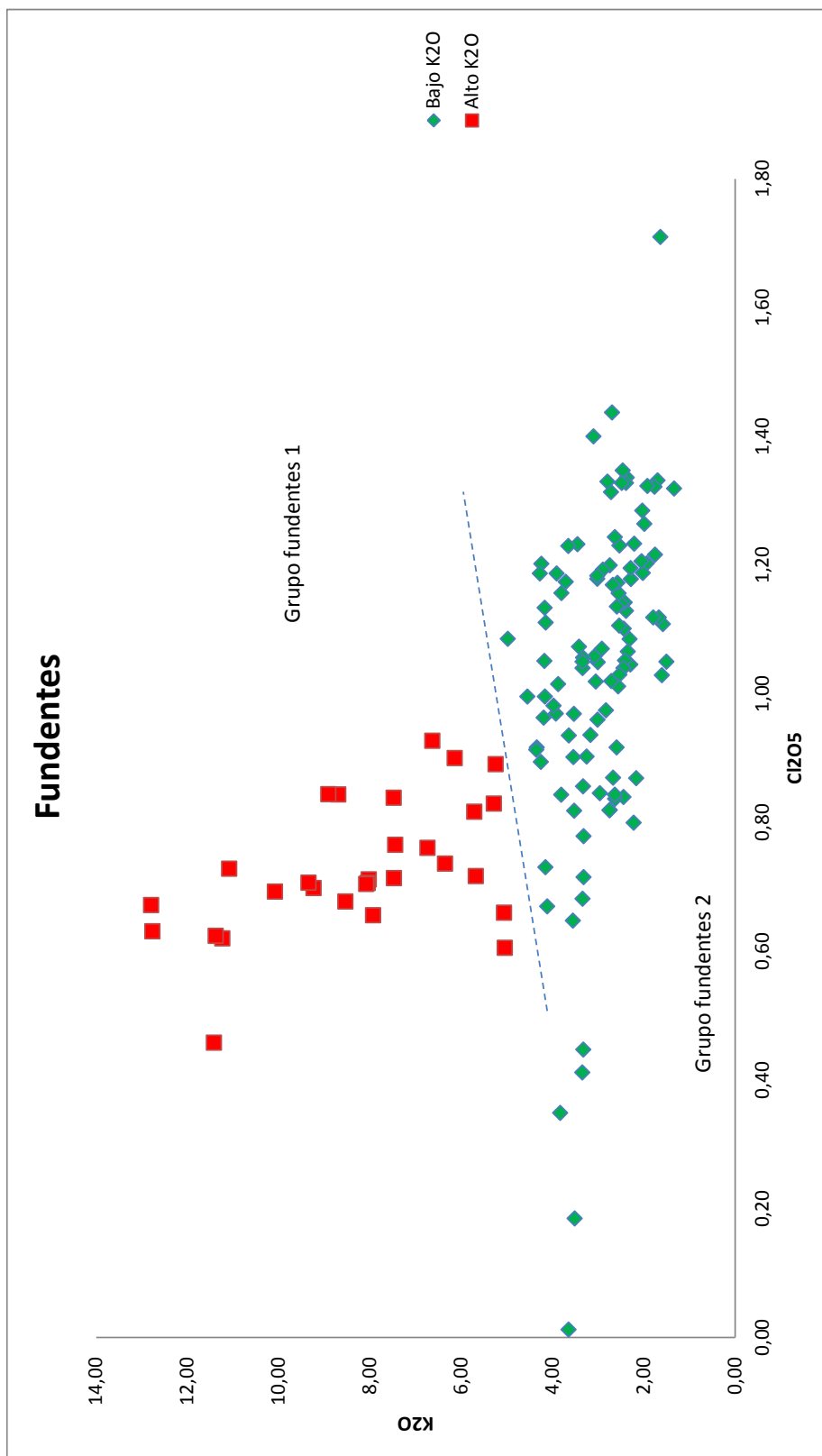


Figura 6. 2. Relación Cl-K<sub>2</sub>O de los vidrios producidos con fundentes de origen vegetal analizados en el contexto del *The al-Andalus Glass Project*.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	737/807



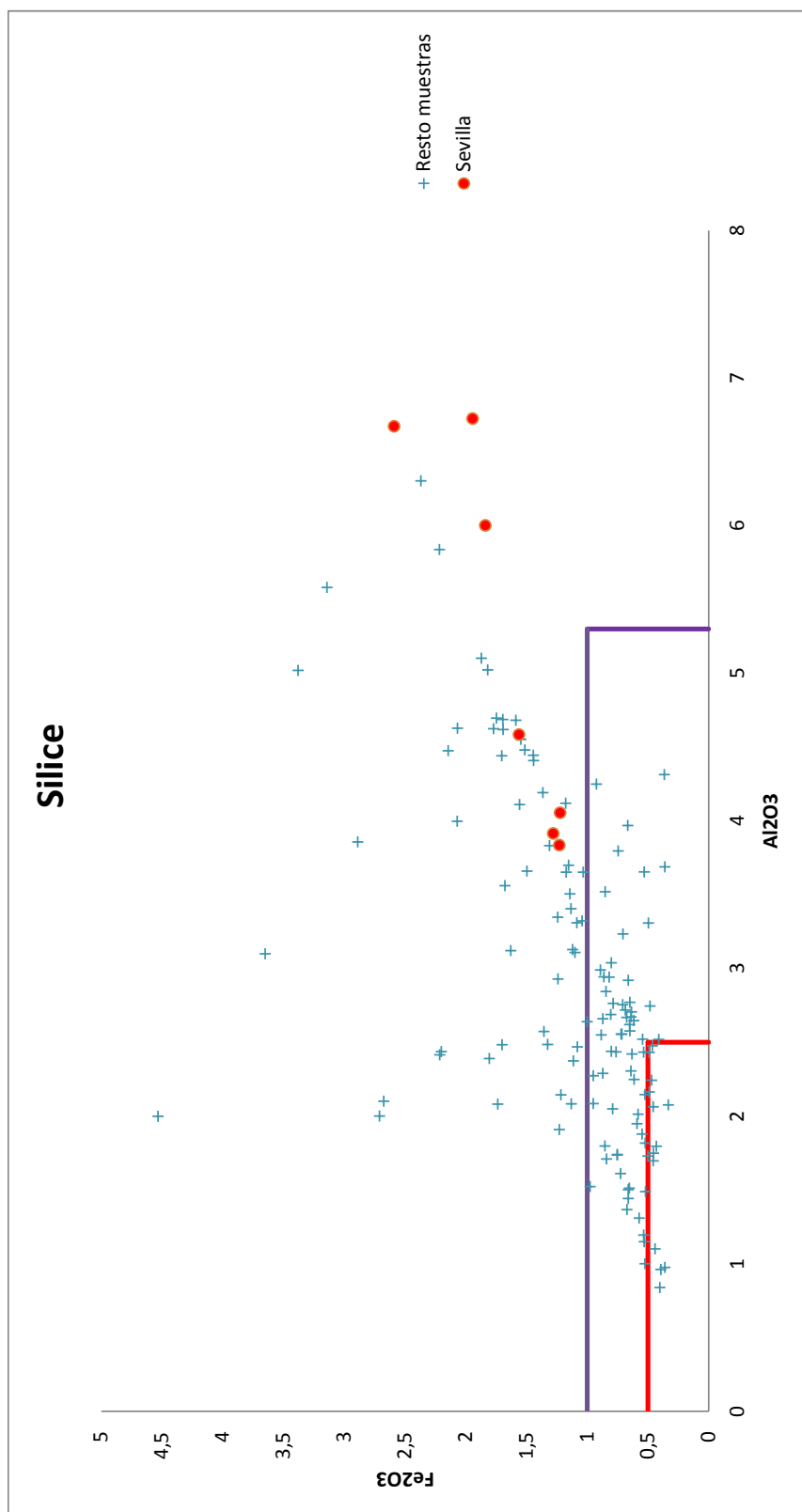


Figura 6.3. Relación Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> de todas las muestras de vidrio soplado analizadas en el capítulo, con los umbrales propuestos por Cagno y colaboradores. El espacio entre las líneas rojas y los ejes marcaría los vidrios producidos con guijarros, el espacio entre las líneas rojas y las azules el de los vidrios producidos con arenas relativamente puras, y el espacio al exterior de las líneas azules el de los vidrios producidos con arenas relativamente impuras.



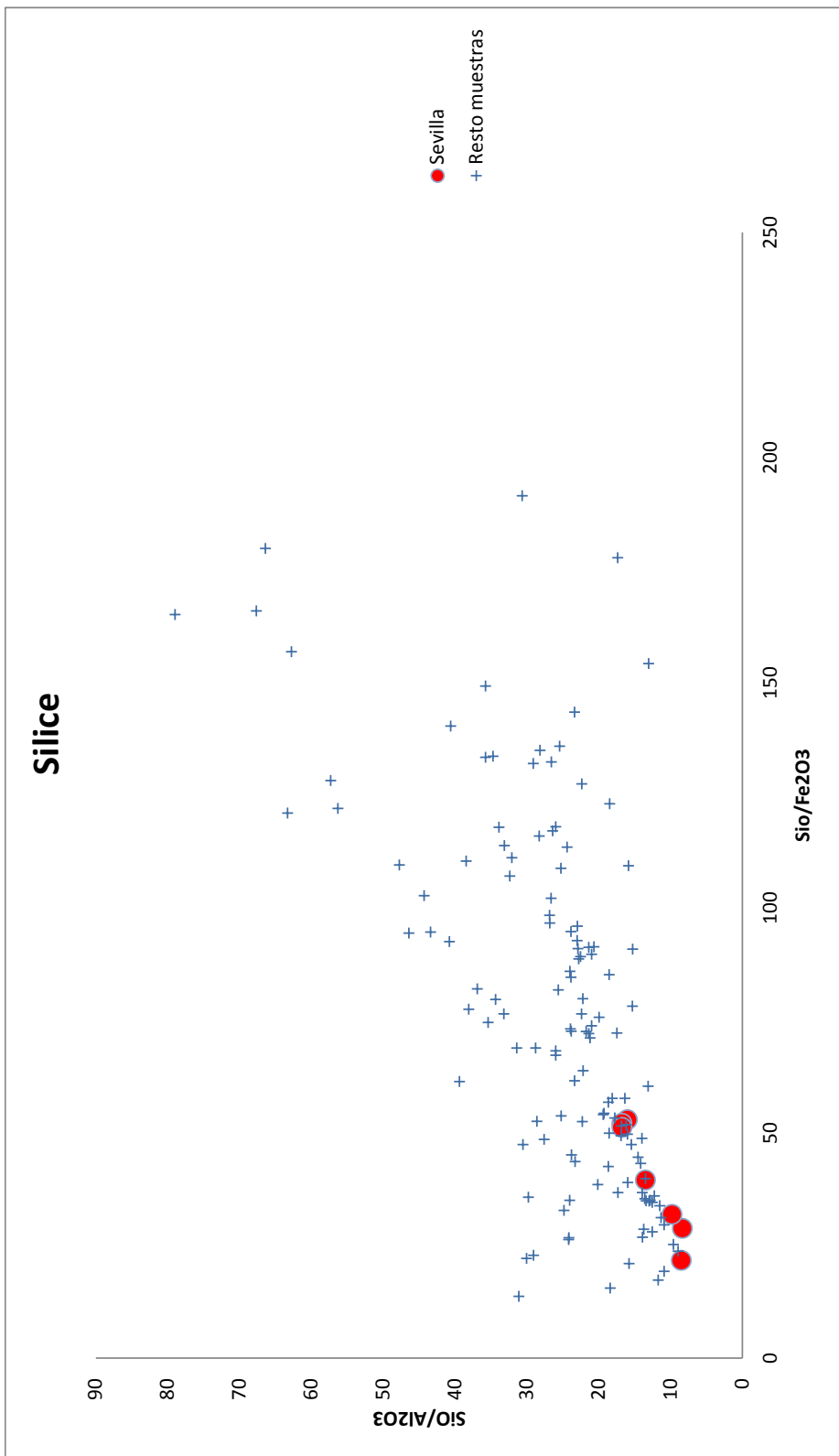


Figura 6.4. Relación  $\text{SiO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ - $\text{SiO}/\text{Al}_2\text{O}_3$  en las muestras de vidrio soplado analizadas en este capítulo.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	739/807





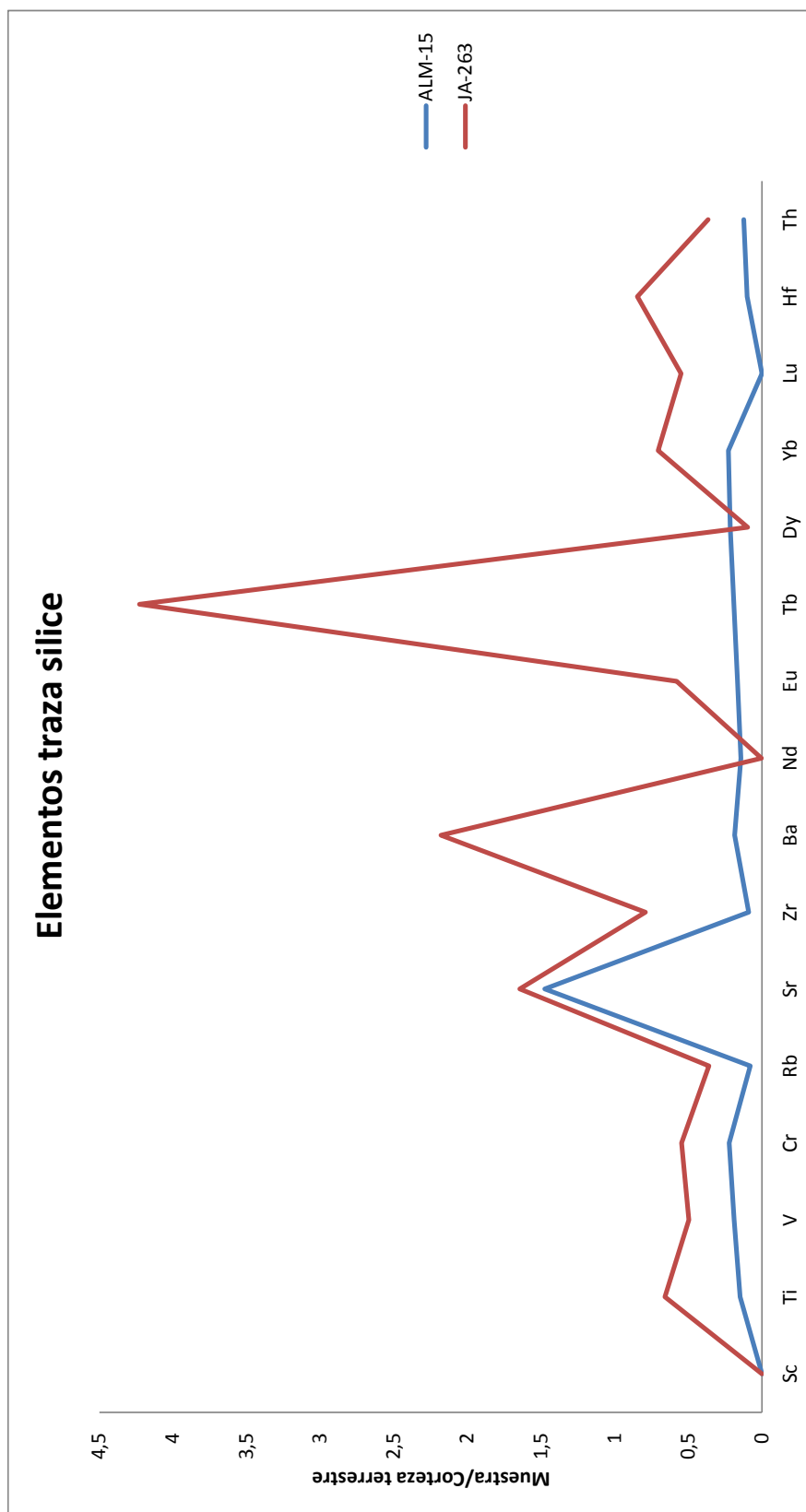


Figura 6.5. Comparación piloto de varios elementos presentes en las arenas en las muestras ALM-15 y JA-263, normalizadas al contenido medio de la corteza superior terrestre.



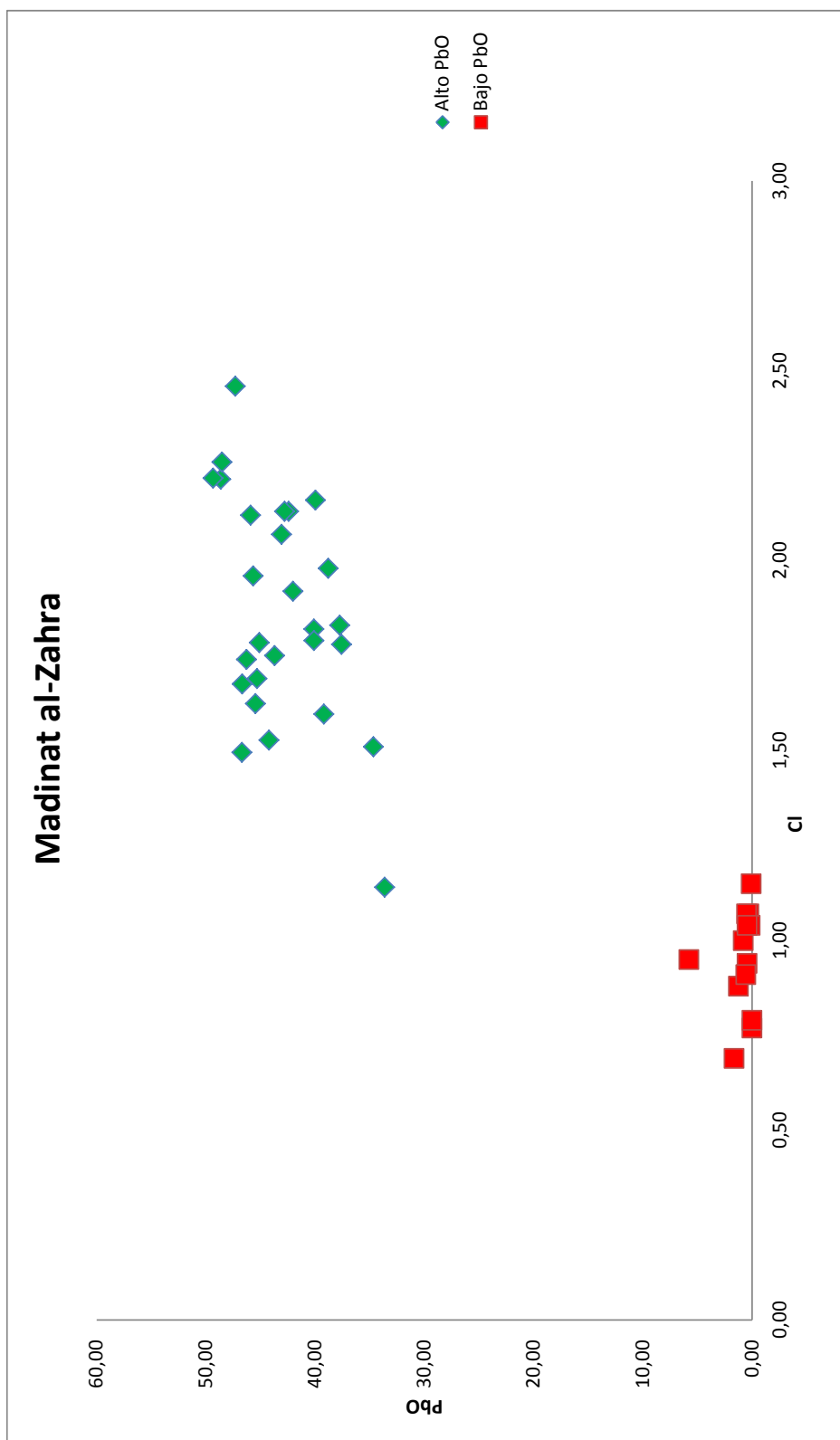


Figura 6.6. Relación PbO/Cl en los vidrios de Madinat al-Zahrā y Córdoba.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	741/807



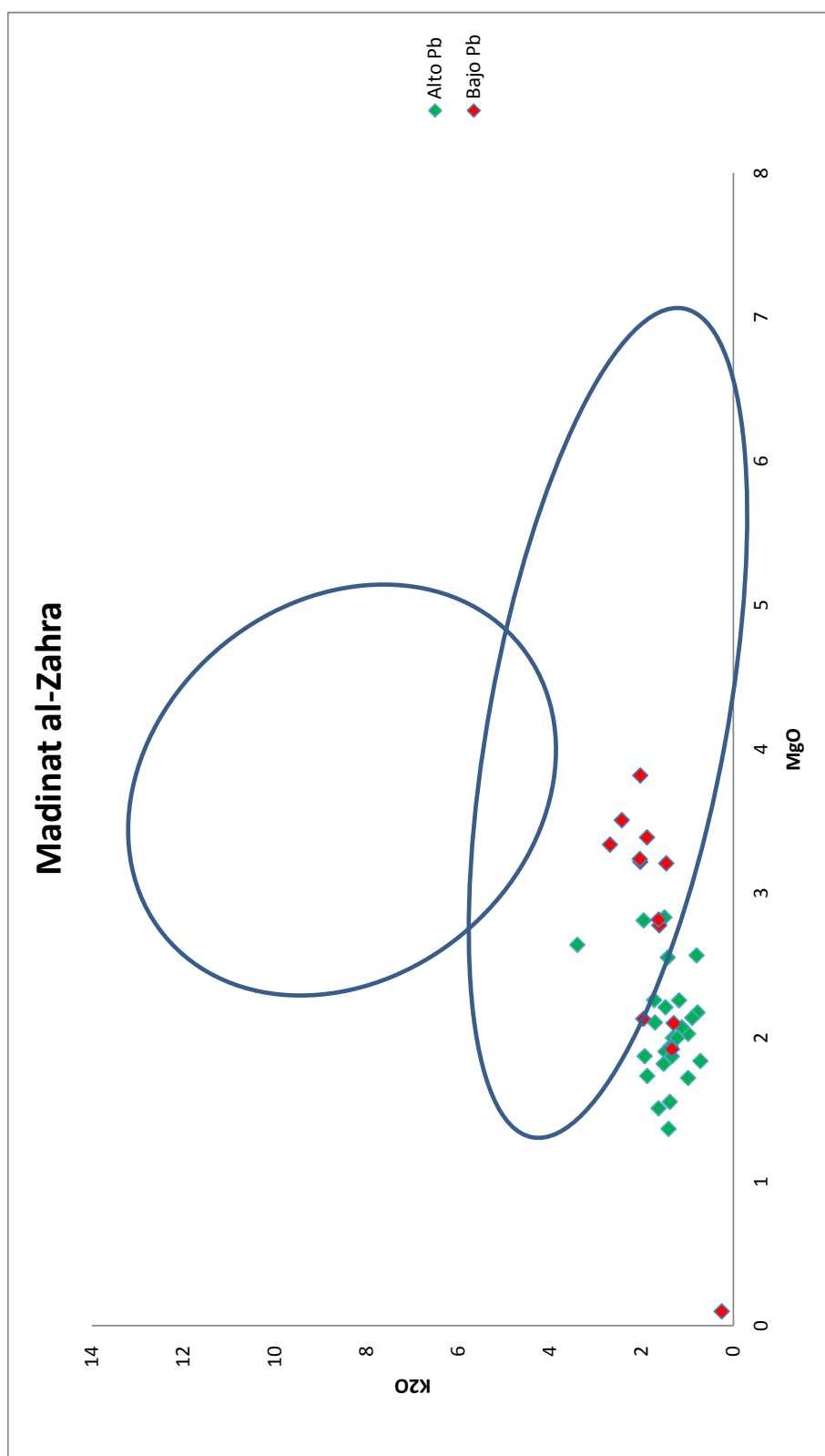


Figura 6.7. Relación MgO/K<sub>2</sub>O en los vidrios con alto (normalizados) y bajo contenido en plomo en Madinat al-Zahrā, Baena, Málaga, Córdoba y Vascos.



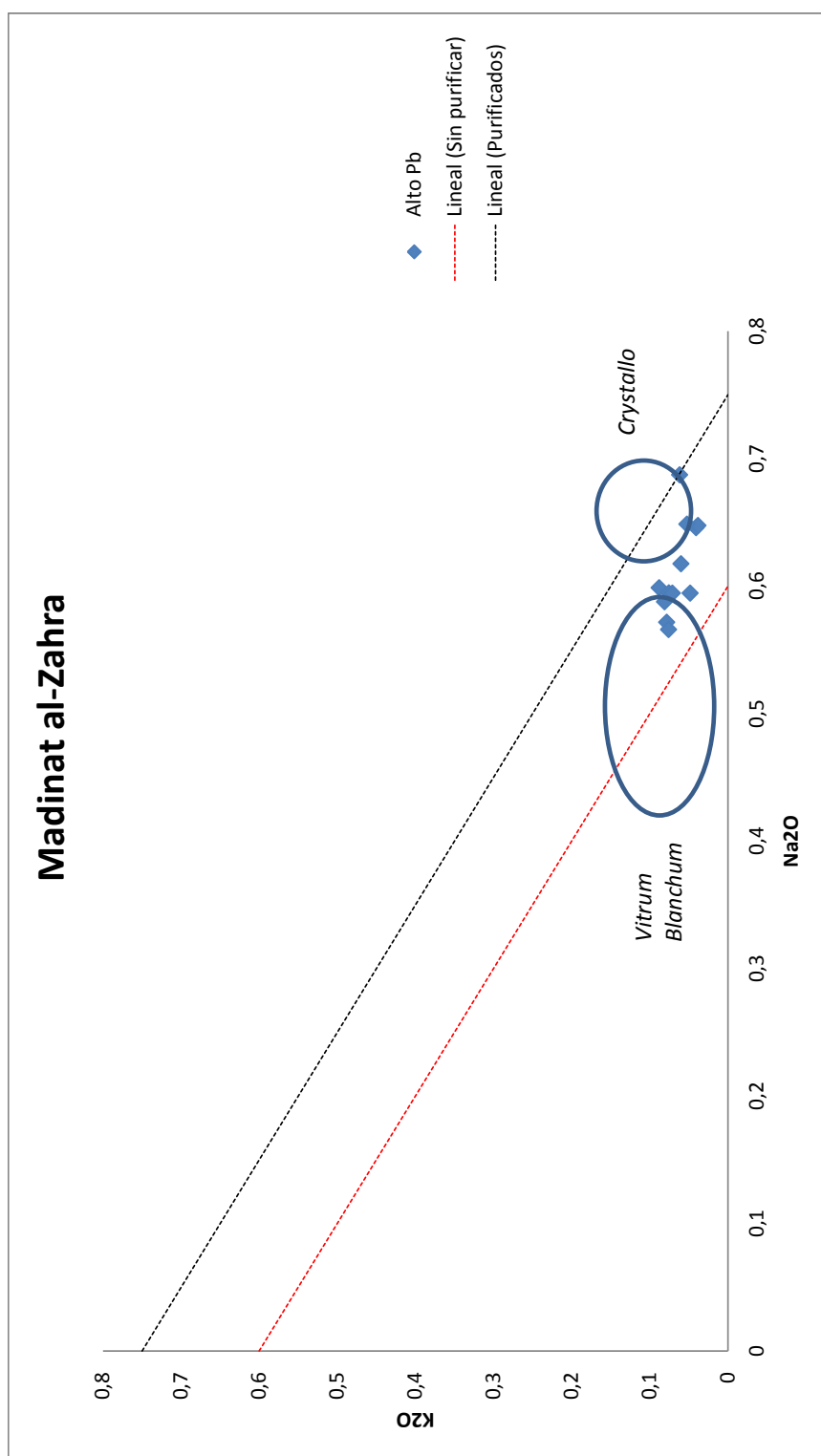


Figura 6. 8. Resultado de dividir las concentraciones de  $\text{Na}_2\text{O}$  y  $\text{K}_2\text{O}$  en los vidrios de Madinat al-Zahrā entre la suma de las concentraciones de los principales elementos contenidos en la ceniza ( $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  y  $\text{CaO}$ ), cuyo objeto es evaluar la pureza de las cenizas. Un resultado en torno a la línea 0,6-0,6 indica cenizas purificadas, y uno en torno a la línea 0,75-0,75 indica cenizas sin purificar.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	743/807



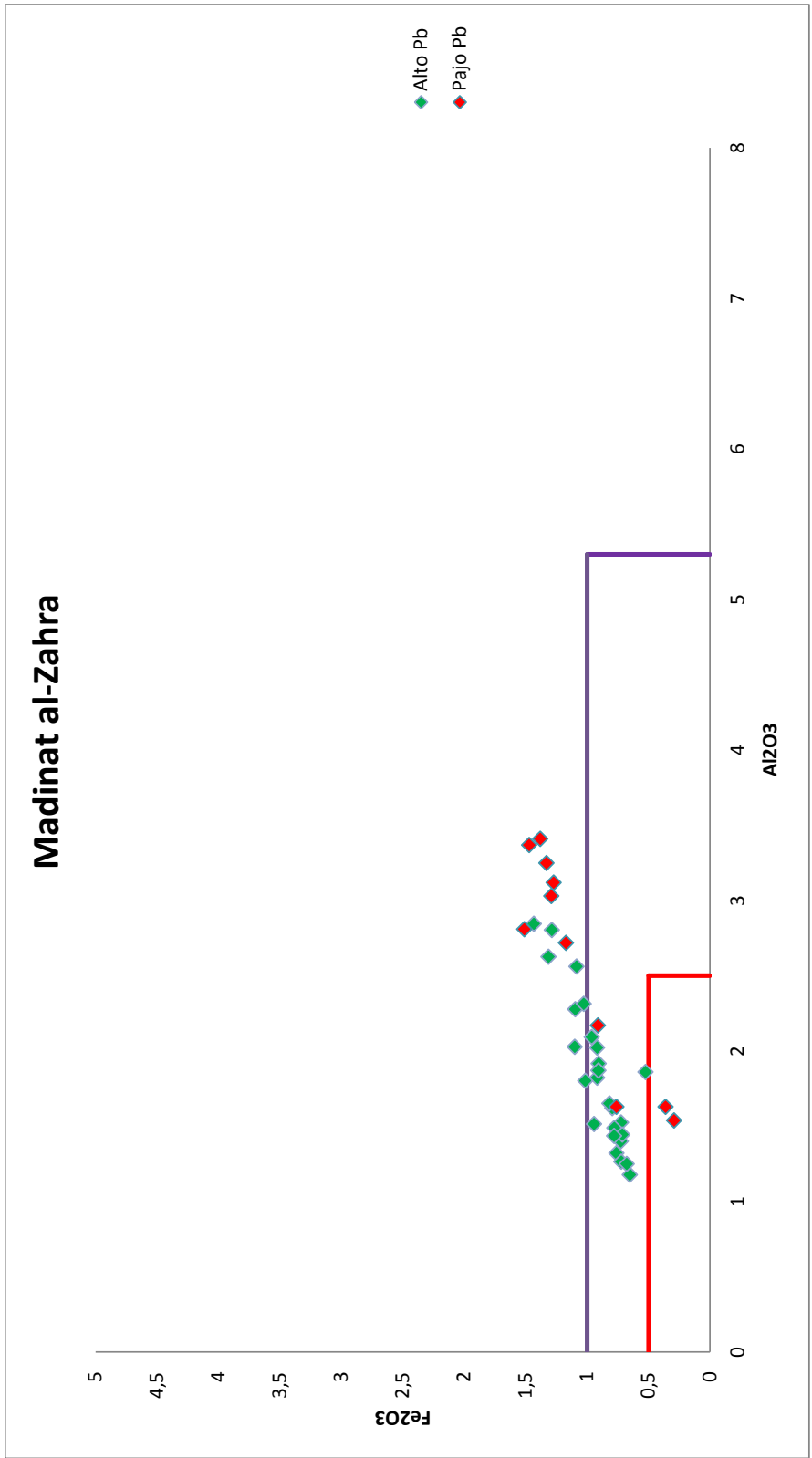


Figura 6. 9. Relación Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en los vidrios de Madinat al-Zahrā, Córdoba (alto contenido en plomo), Baena, Málaga, Vascos y Córdoba (bajo contenido en plomo).



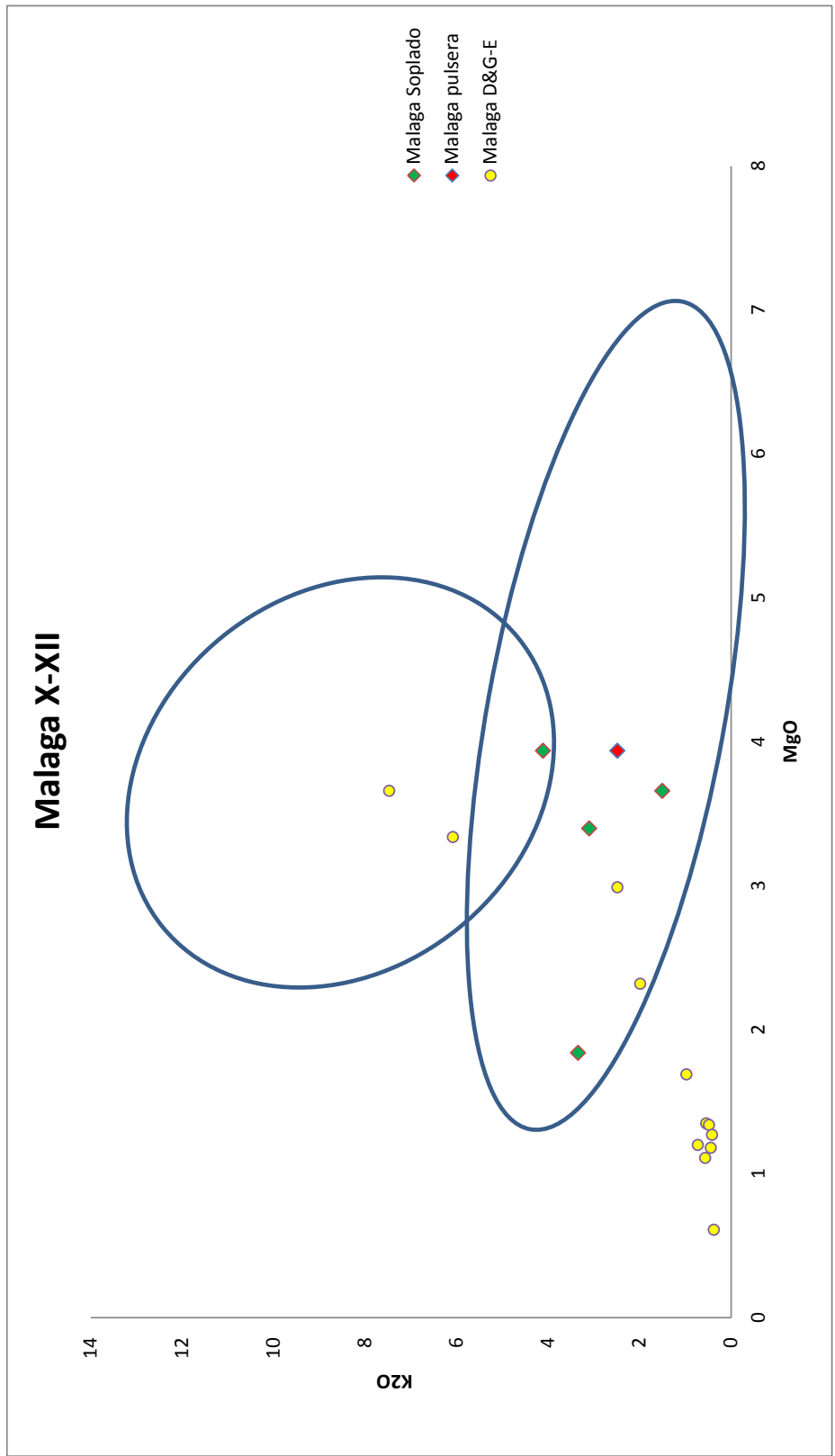


Figura 6.10. Relación Mgo-K<sub>2</sub>O de los vidrios producidos con fundentes de origen vegetal, procedentes de Málaga y fechados entre los siglos X y XII.



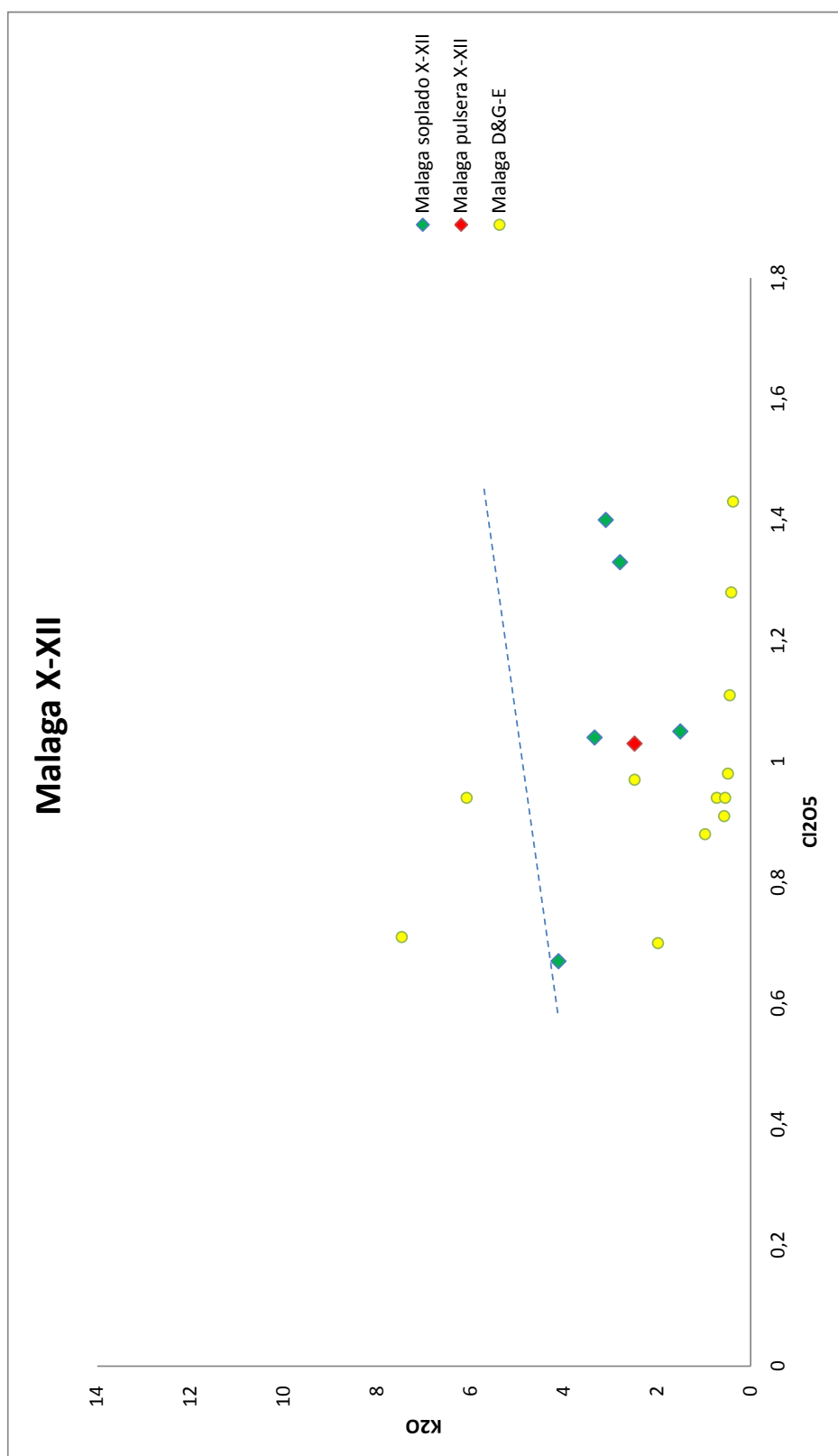


Figura 6.11. Relación Cl-K<sub>2</sub>O de los vidrios producidos con fundentes de origen vegetal, procedentes de Málaga y fechados entre los siglos X y XII.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	746/807





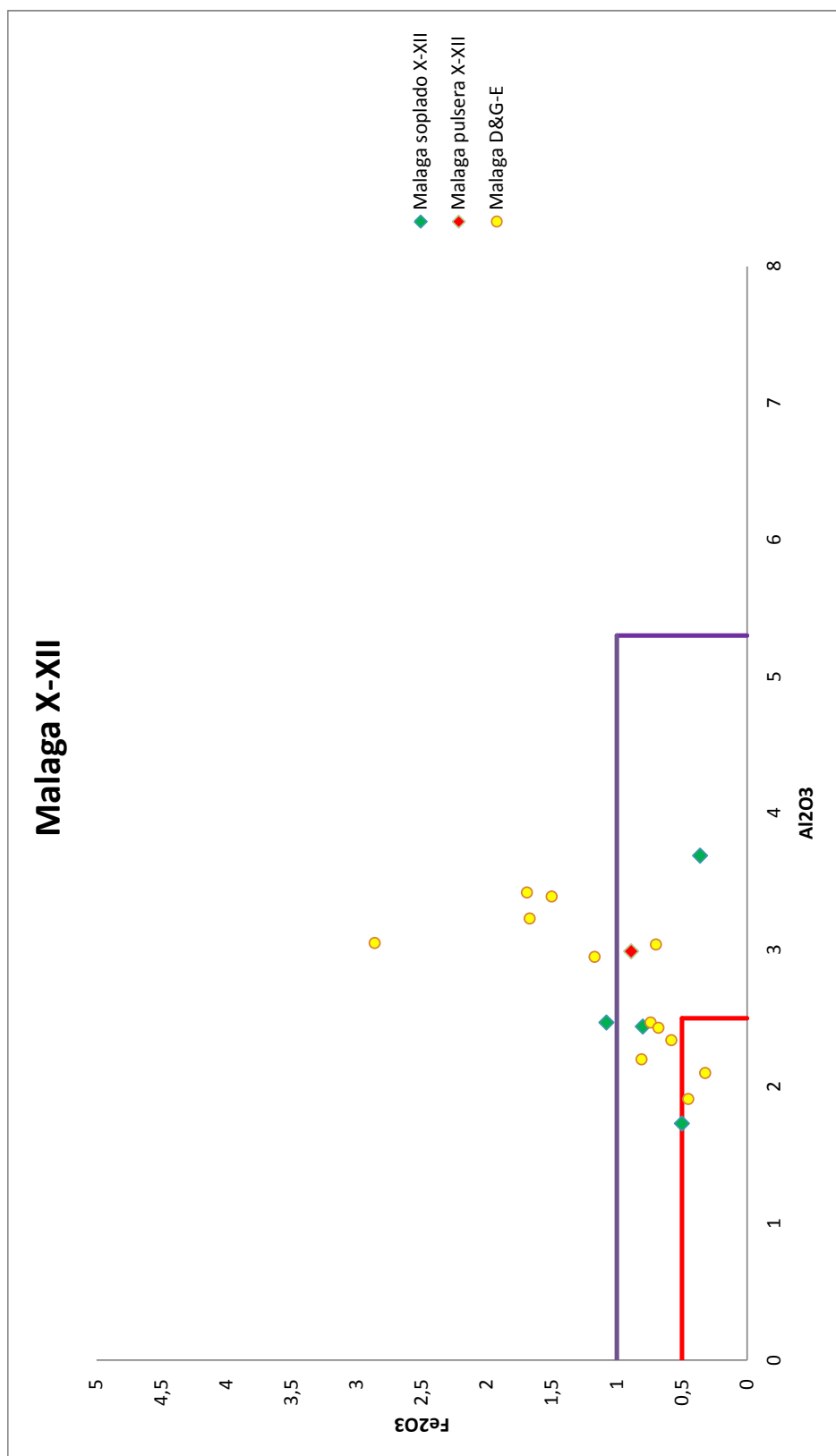


Figura 6.12. Relación  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$  de los vidrios producidos con fundentes de origen vegetal procedentes de contextos malagueños de los siglos X-XII.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	747/807



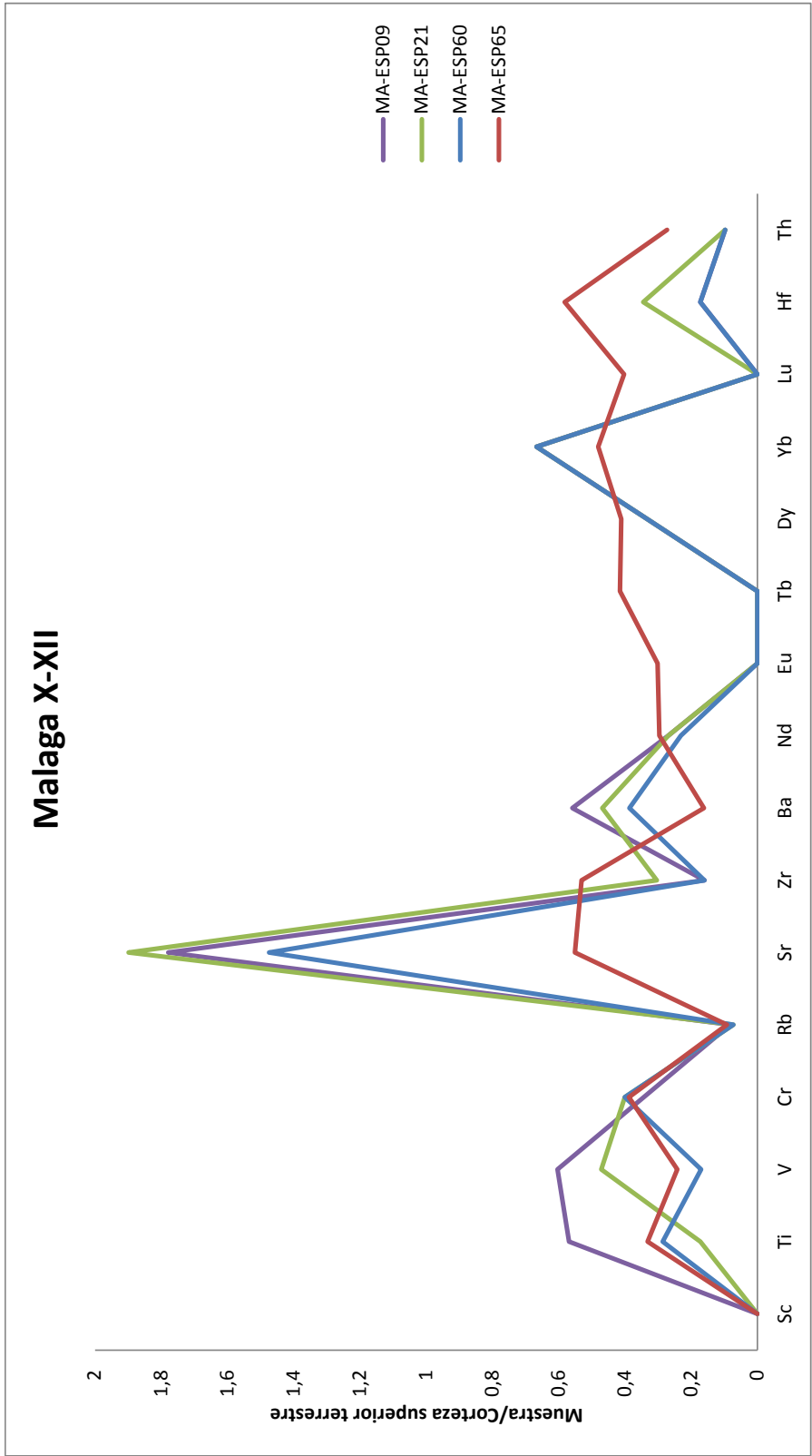


Figura 6.13. Comparación de varios elementos presentes en las arenas en las muestras MA-ESP09, MA-ESP21, MA-ESP60 y MA-ESP65, normalizadas al contenido medio de la corteza superior terrestre.





Figura 6.14. Fragmentos de los que se extrajo la muestra MA-ESP65.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	749/807



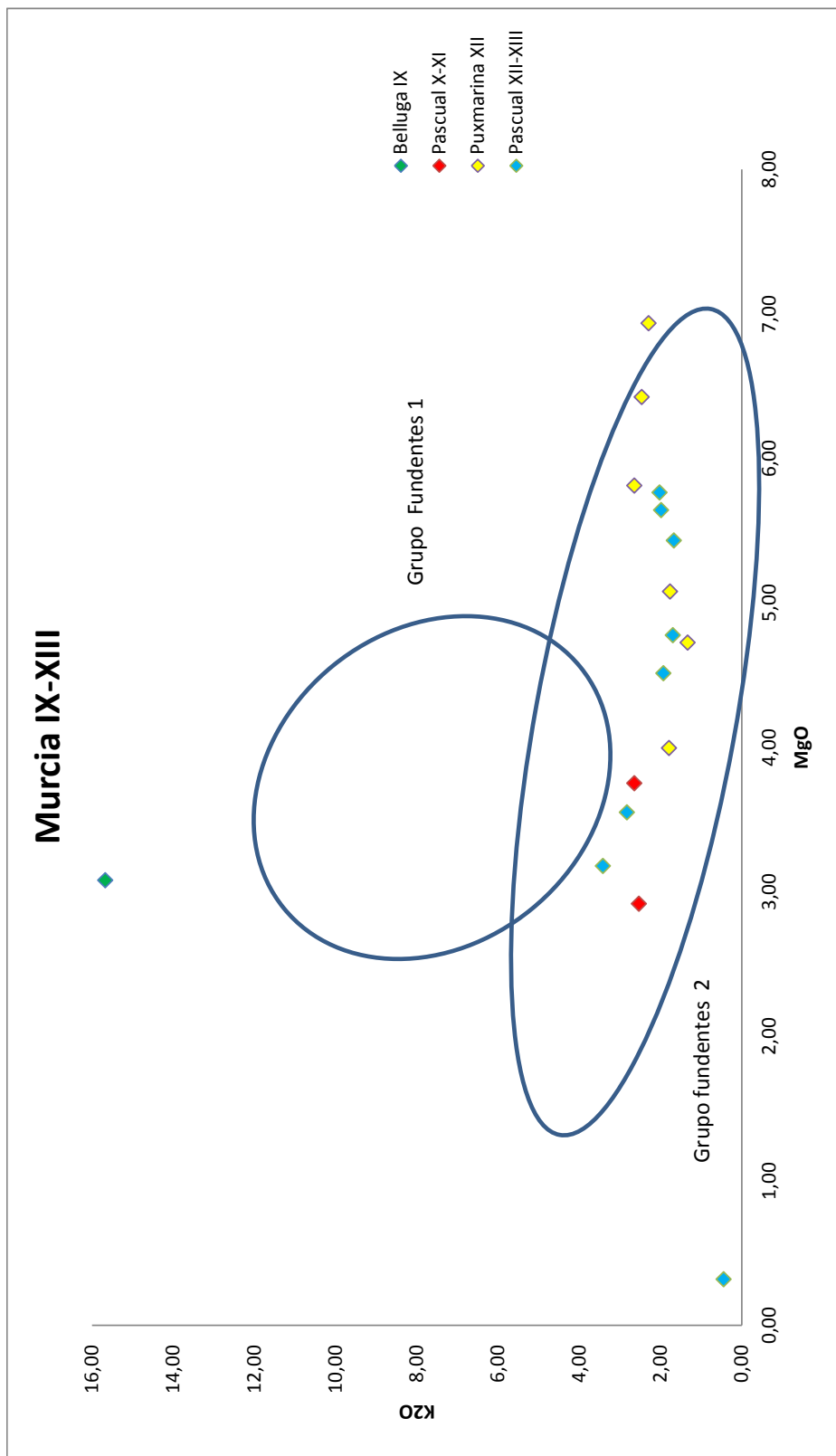


Figura 6.15. Relación MgO-K<sub>2</sub>O de los vidrios producidos procedentes de Murcia en contextos fechados entre los siglos IX y XIII.



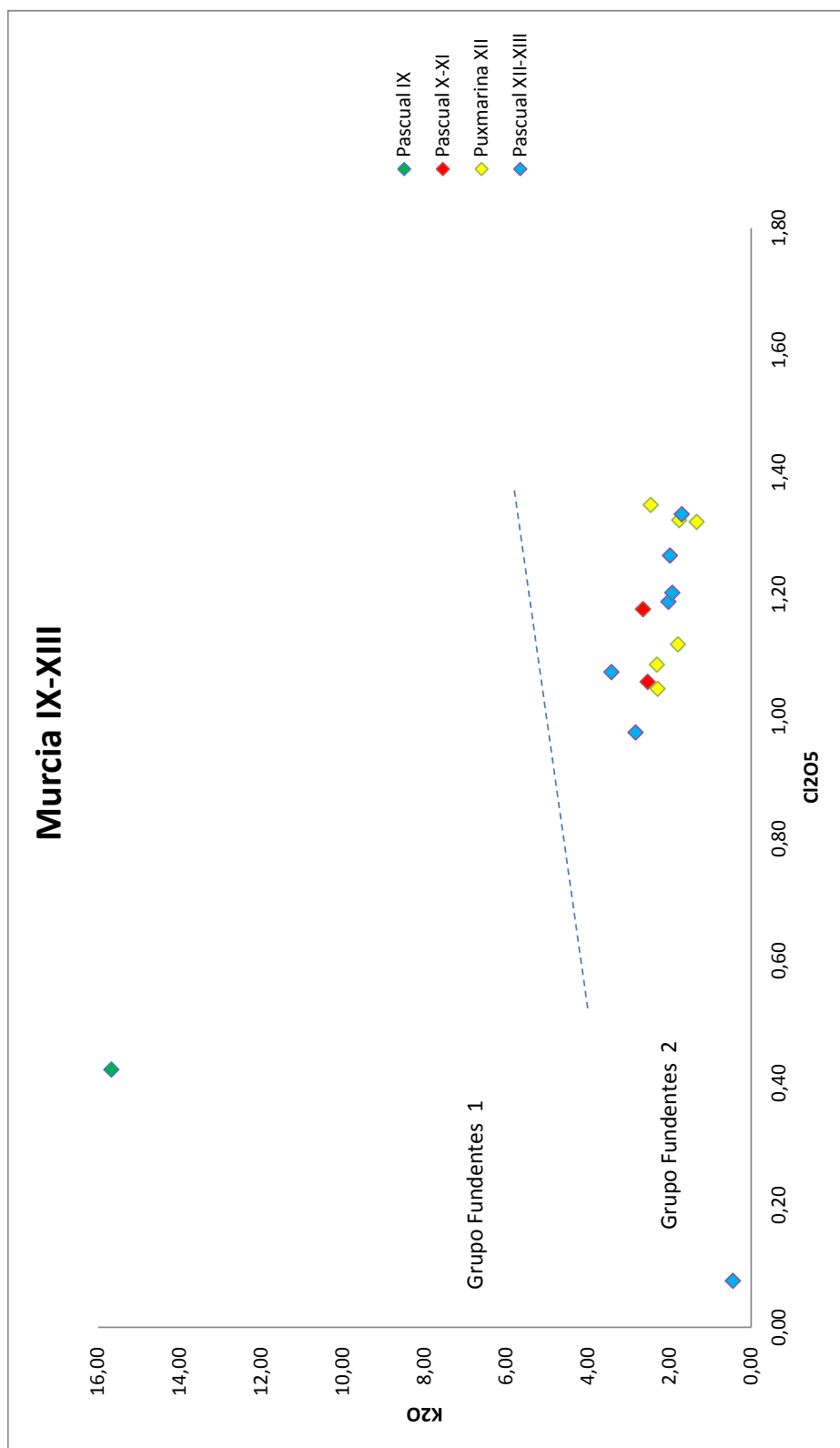


Figura 6.16. Relación Cl-K<sub>2</sub>O de los vidrios producidos procedentes de Murcia en contextos fechados entre los siglos IX y XIII.



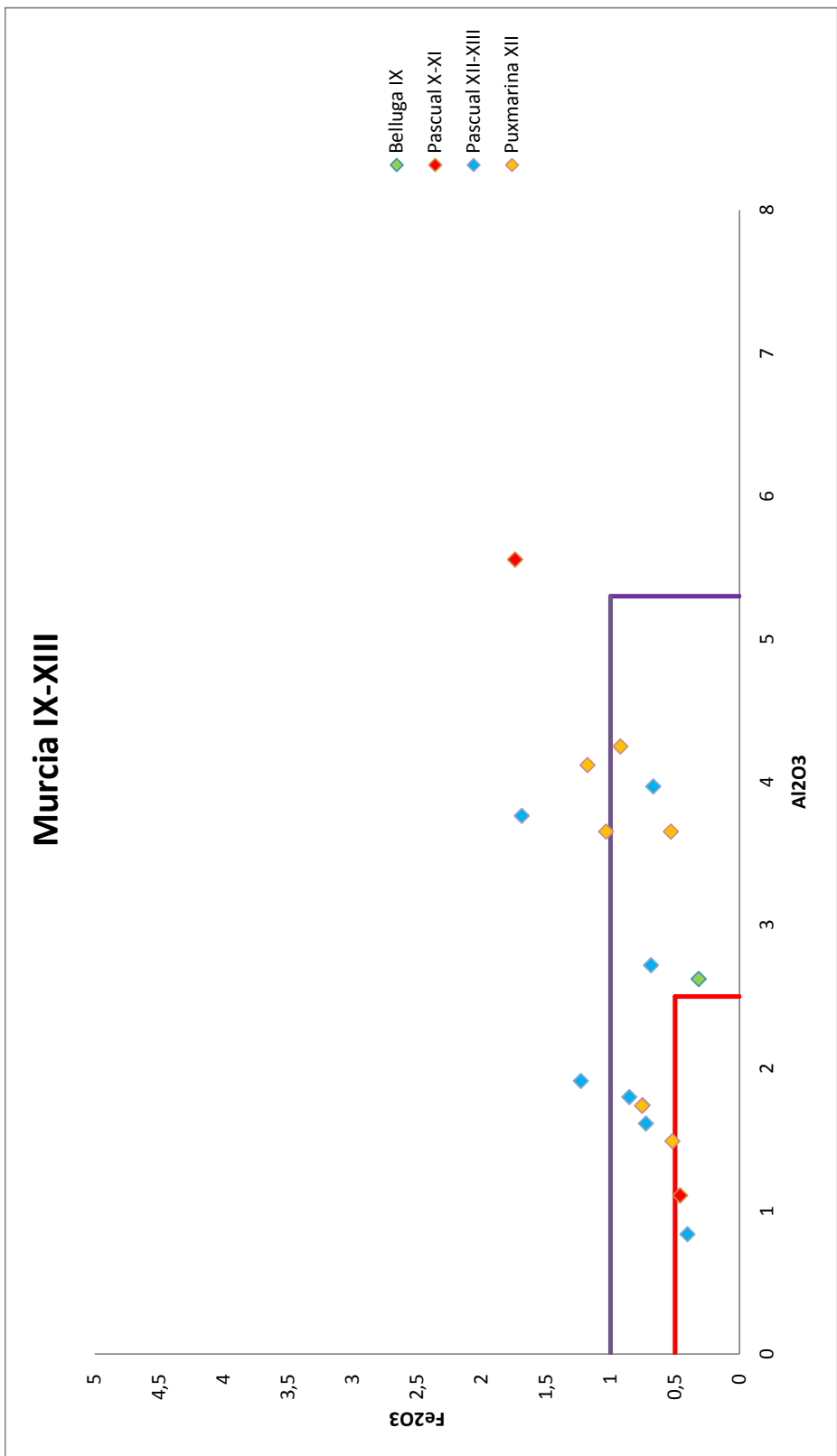


Figura 6.17. Relación  $\text{Al}_2\text{O}_3$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$  de las muestras procedentes de Murcia (s. IX-XIII).

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	752/807



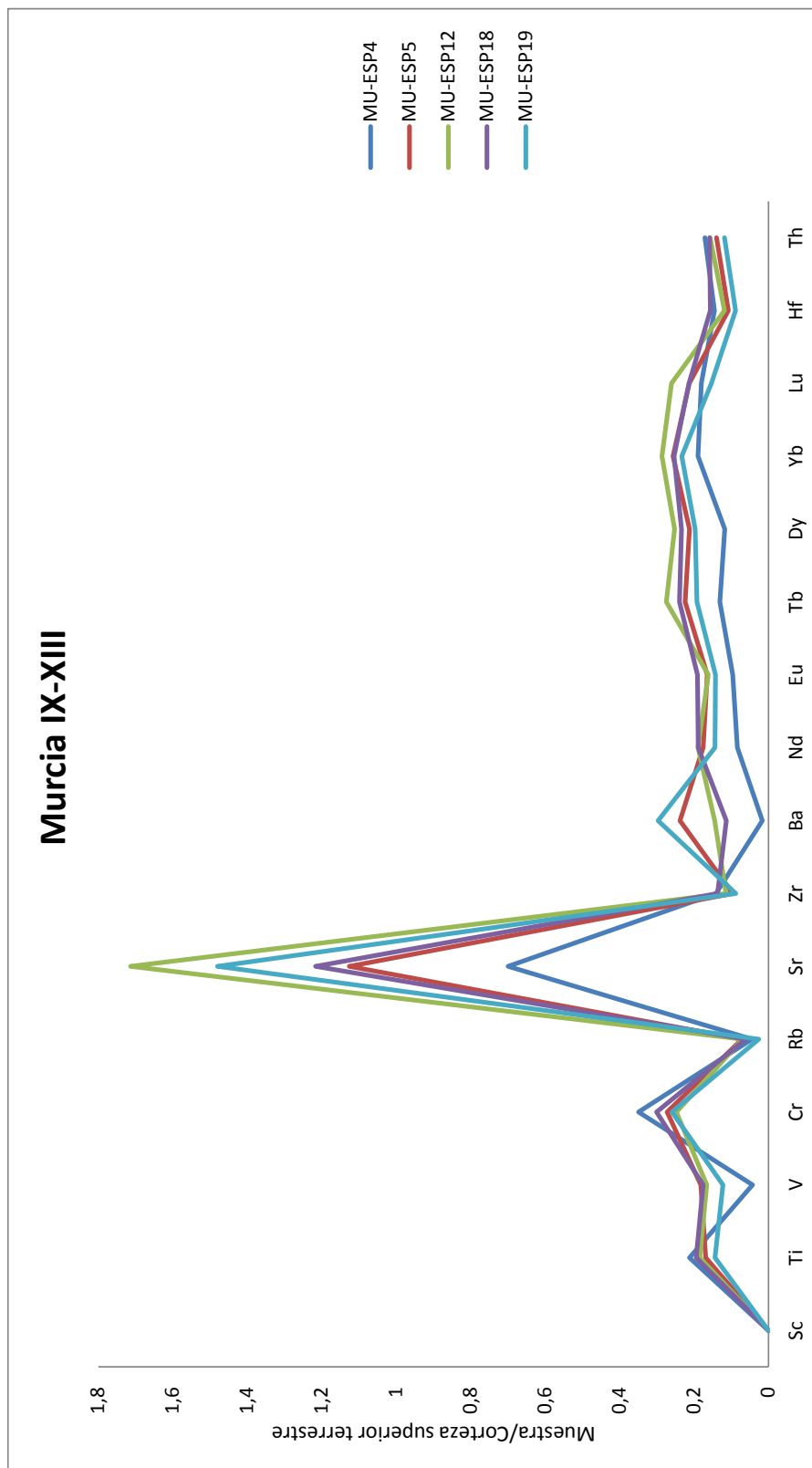


Figura 6.18. Comparación de varios elementos presentes en las arenas en las muestras MU-ESP04, MU-ESP05, MU-ESP12, MU-ESP18 y MU-ESP19, normalizadas al contenido medio de la corteza superior terrestre.





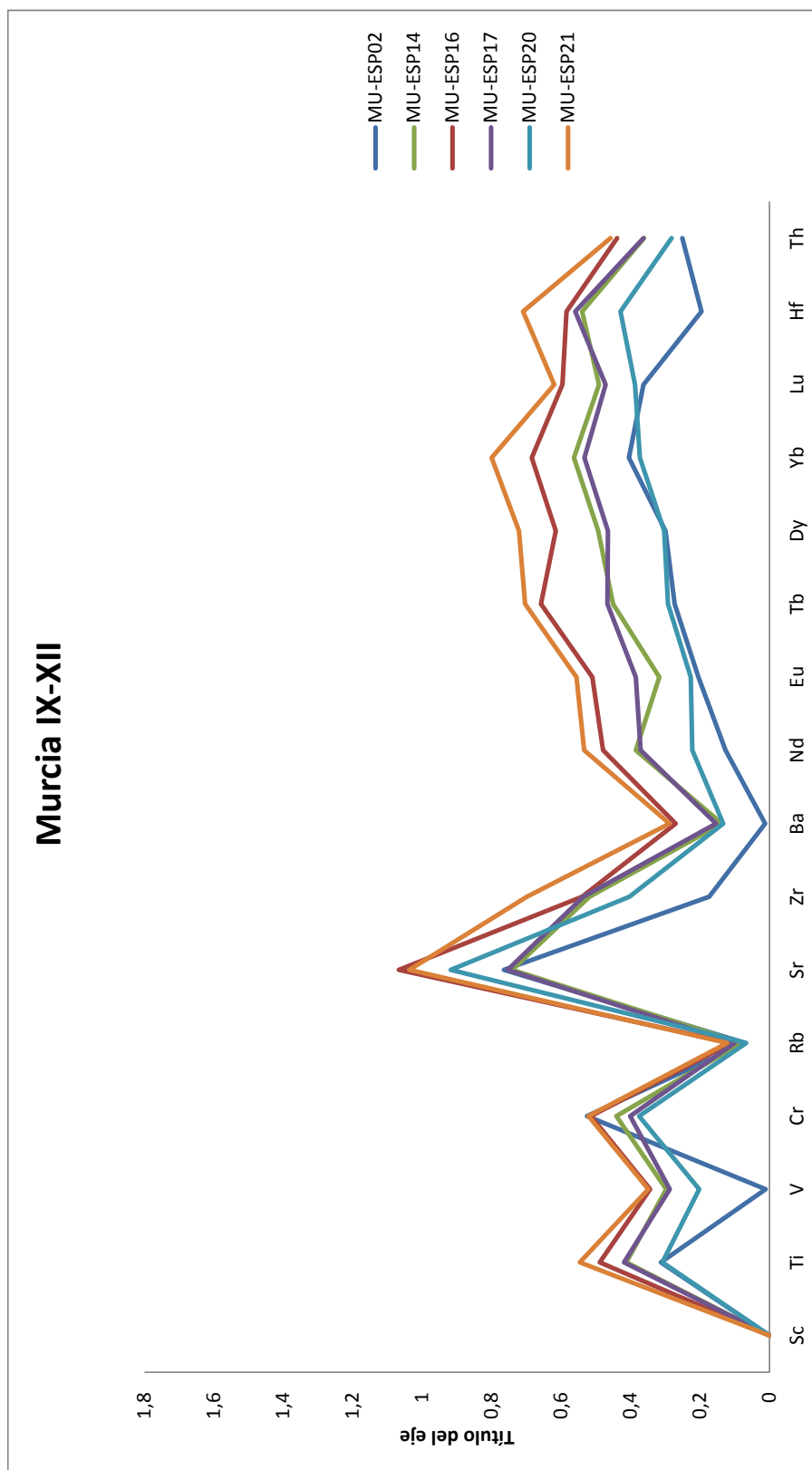


Figura 6.19. Comparación de varios elementos presentes en las arenas en las muestras MU-ESP02, MU-ESP14, MU-ESP16, MU-ESP17, MU-ESP20 y MU-ESP21, normalizadas al contenido medio de la corteza superior terrestre.



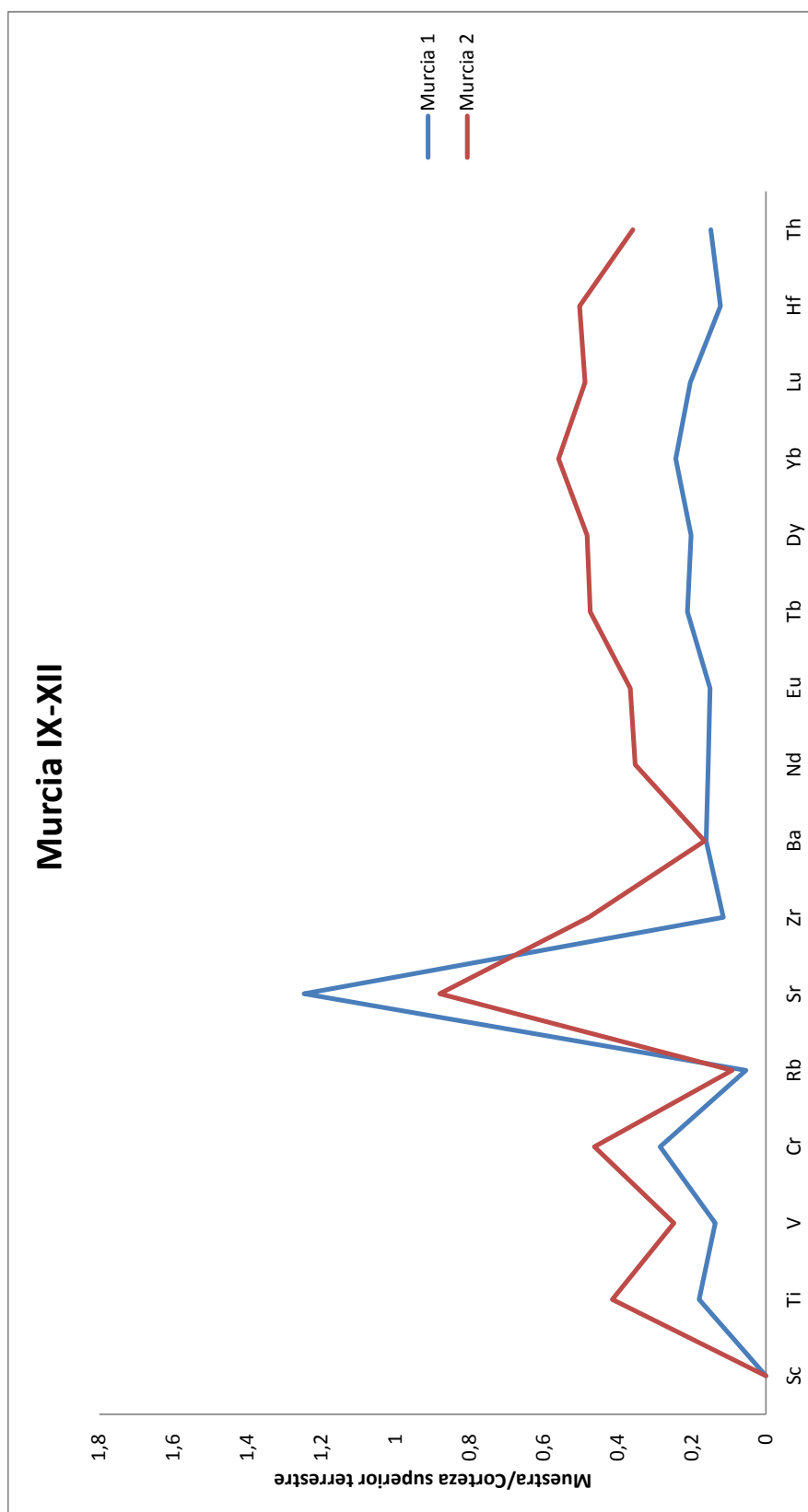


Figura 6.20. Comparación de varios elementos presentes en las arenas en los grupos provisionales Murcia 1 y Murcia 2 (valores promedio) normalizadas al contenido medio de la corteza superior terrestre.



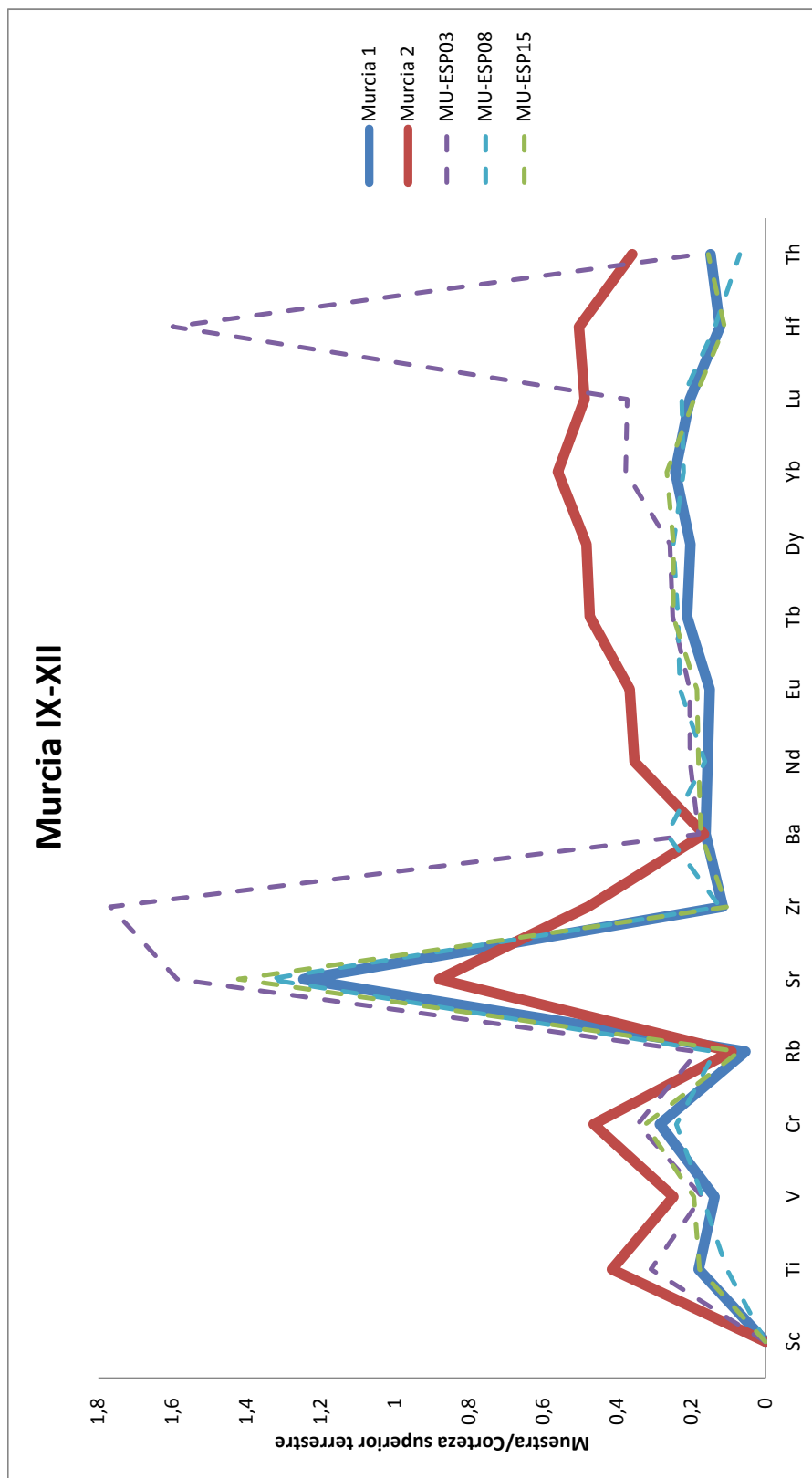


Figura 6.21. Comparación de elementos traza en los grupos provisionales Murcia 1 y Murcia 2 (valores promedio) con la de las muestras MU-ESP03, MU-ESP08 y MU-ESP15 normalizadas al contenido medio de la corteza superior terrestre.



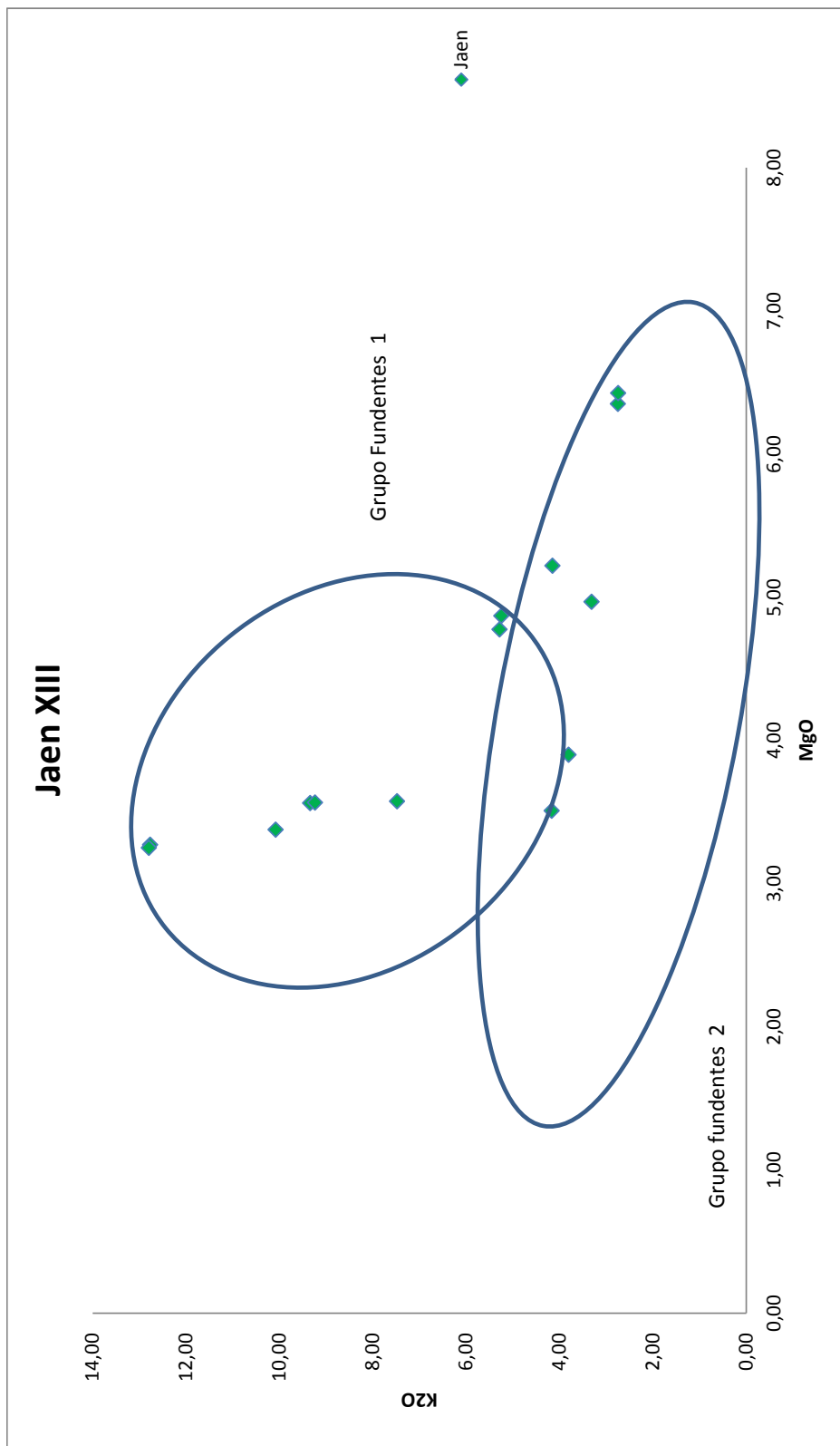


Figura 6.22. Relación Mgo-K<sub>2</sub>O de los vidrios procedentes de Jaén (s. XIII).

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	757/807



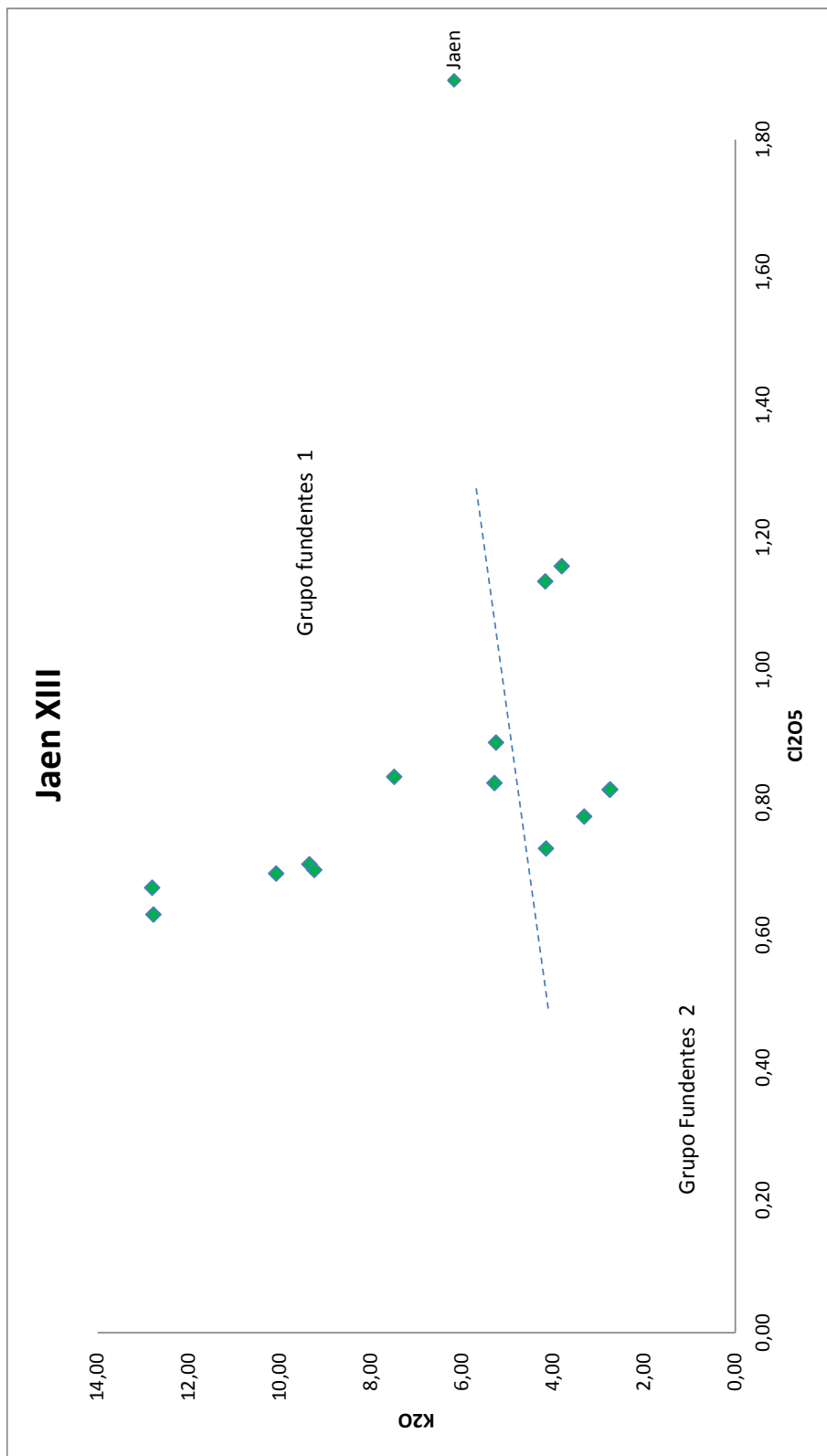


Figura 6.23. Relación Cl-K<sub>2</sub>O de los vidrios procedentes de Jaén (s. XIII).

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	758/807



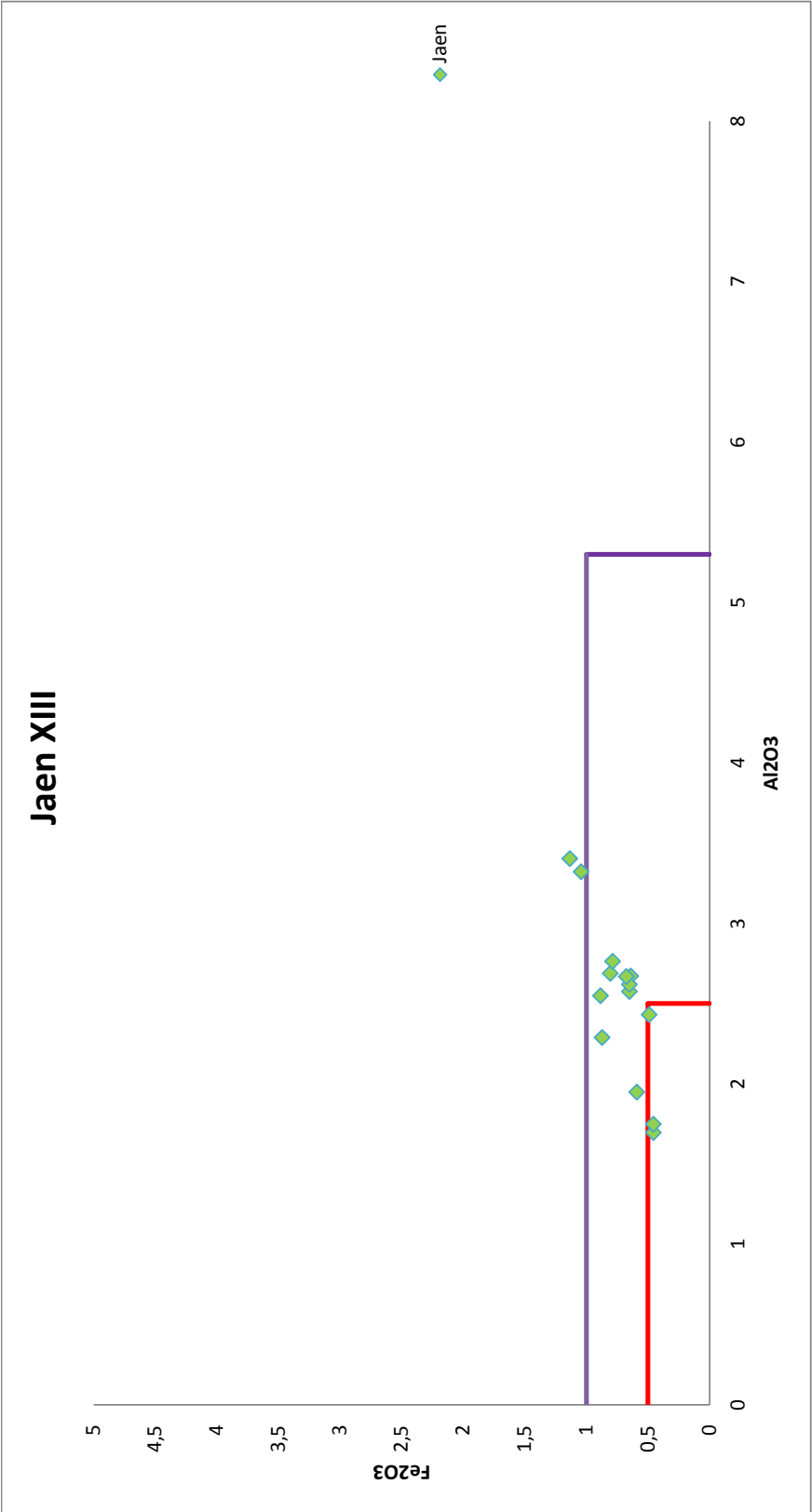


Figura 6.24. Relación Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> de los vidrios procedentes de Jaén (s. XIII).



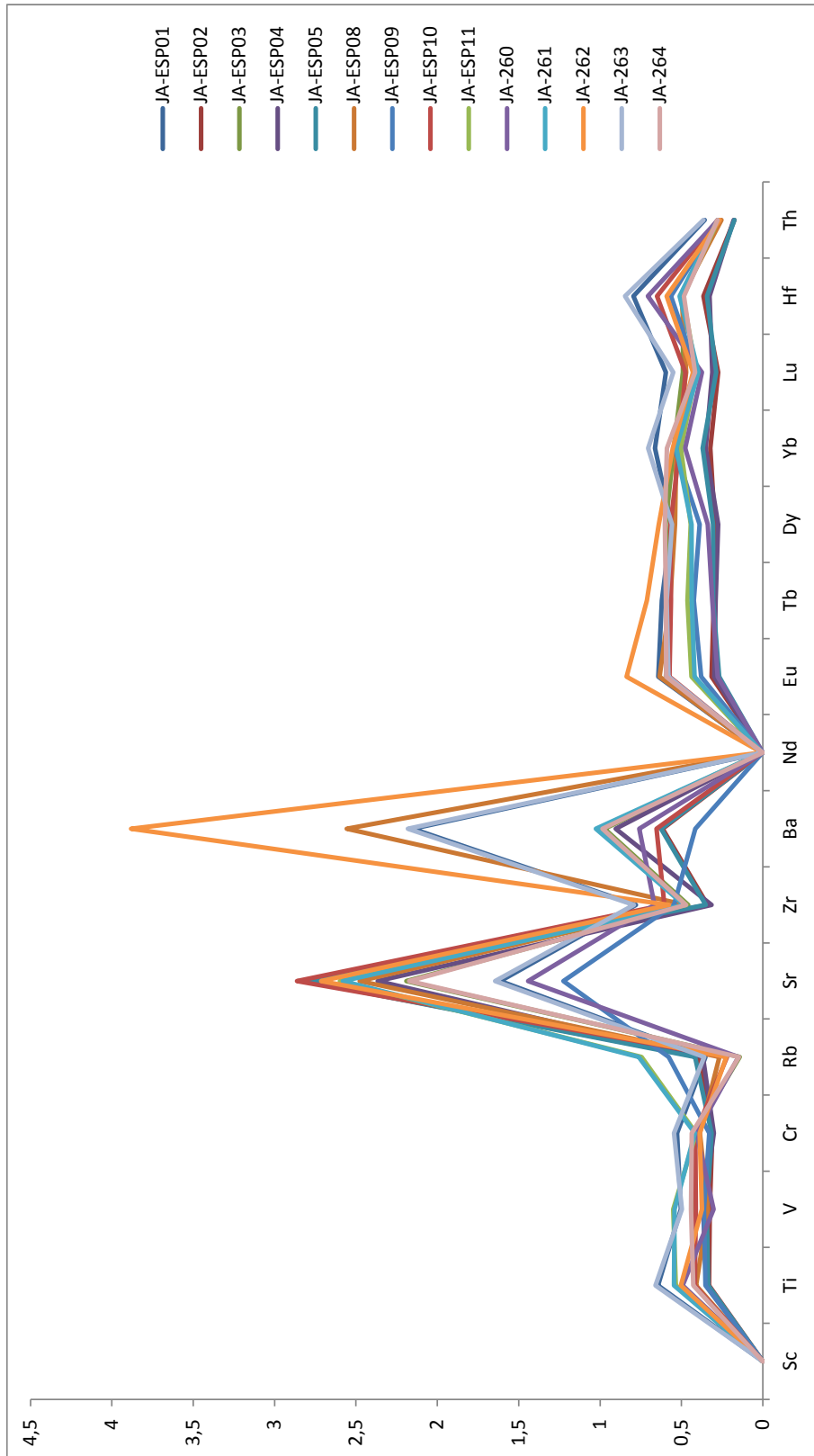


Figura 6.25. Comparación de elementos traza en las muestras procedentes de Jaén, fechadas en el siglo XIII normalizadas al contenido medio de la corteza superior terrestre.







Figura 6.26. Fragmento del que se extrajo la muestra MA-ESP62, con la forma IVD2:2 de Cosyns en la esquina superior izquierda.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	761/807



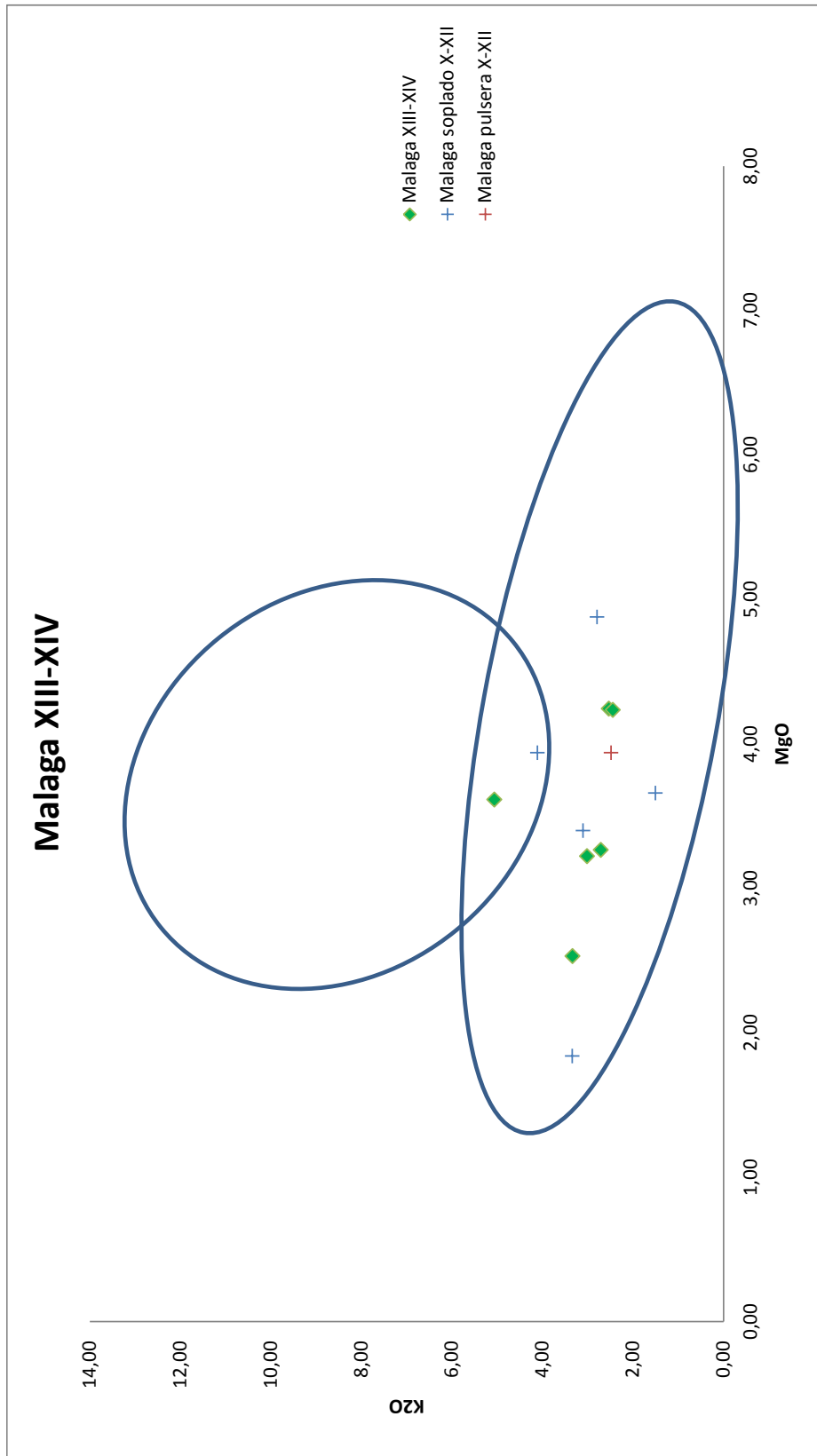


Figura 6.27. Relación  $MgO-K_2O$  de los vidrios producidos con fundentes de origen vegetal, procedentes de Málaga y fechados entre los siglos XIII-XIV.



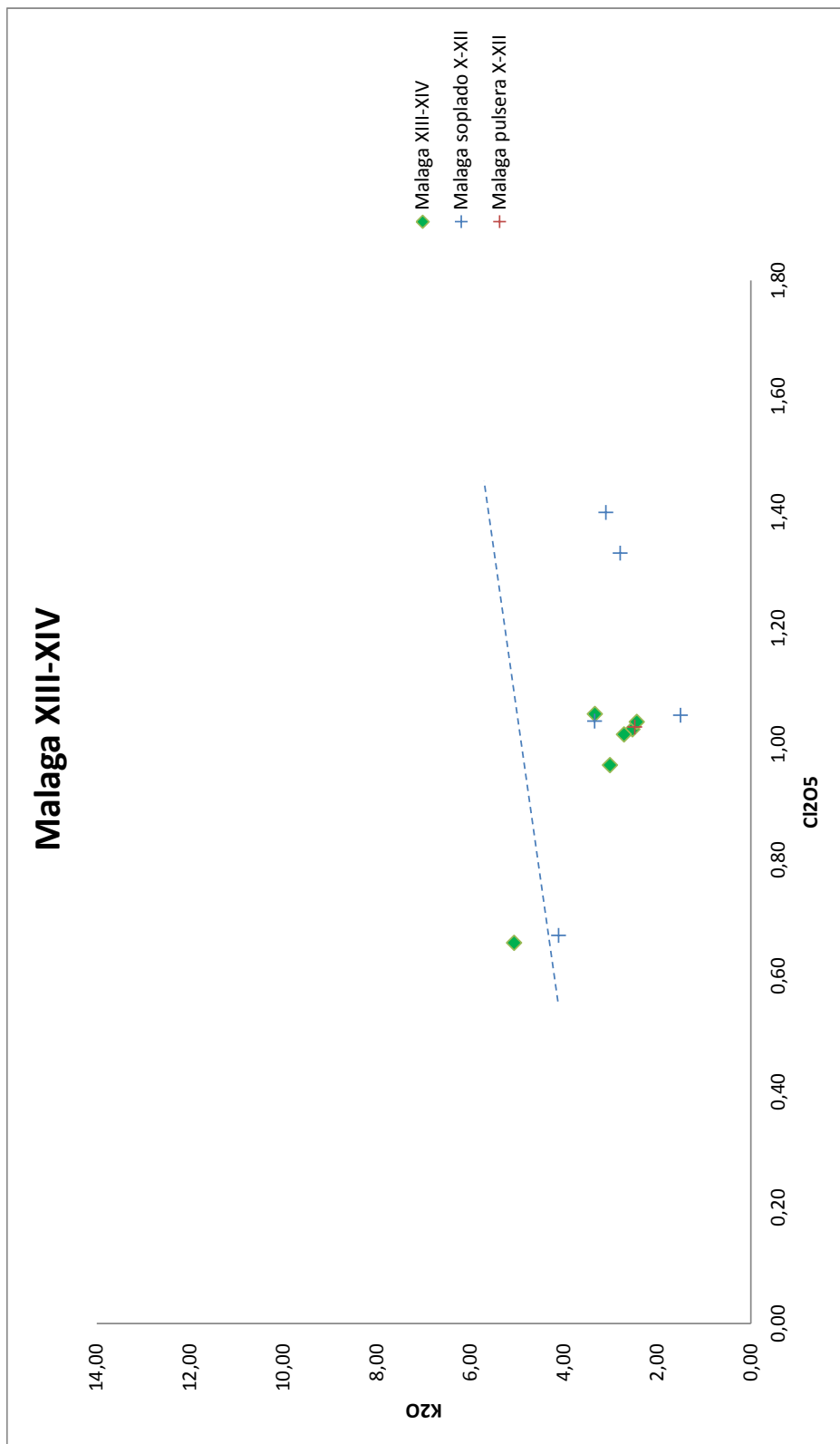


Figura 6.28. Relación Mgo-K<sub>2</sub>O de los vidrios producidos con fundentes de origen vegetal, procedentes de Málaga y fechados entre los siglos XIII-XIV.



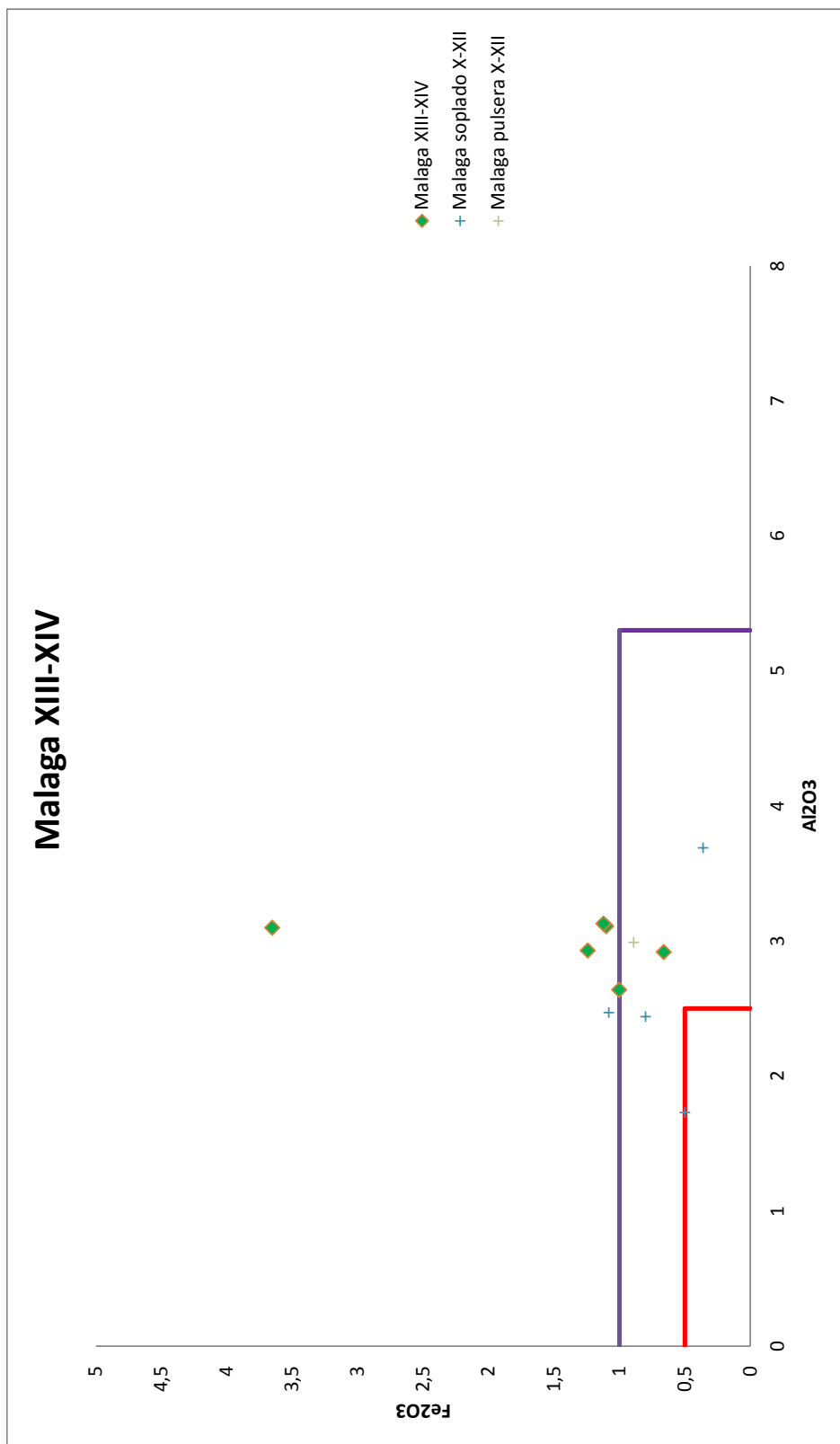


Figura 6.29. Relación  $Al_2O_3$ - $Fe_2O_3$  de los vidrios producidos con fundentes de origen vegetal, procedentes de Málaga y fechados entre los siglos XIII-XIV.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Página	764/807





Figura 6.30. Fragmentos de los que se extrajeron las muestras MA-ESP67 y MA-ESP68.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	765/807



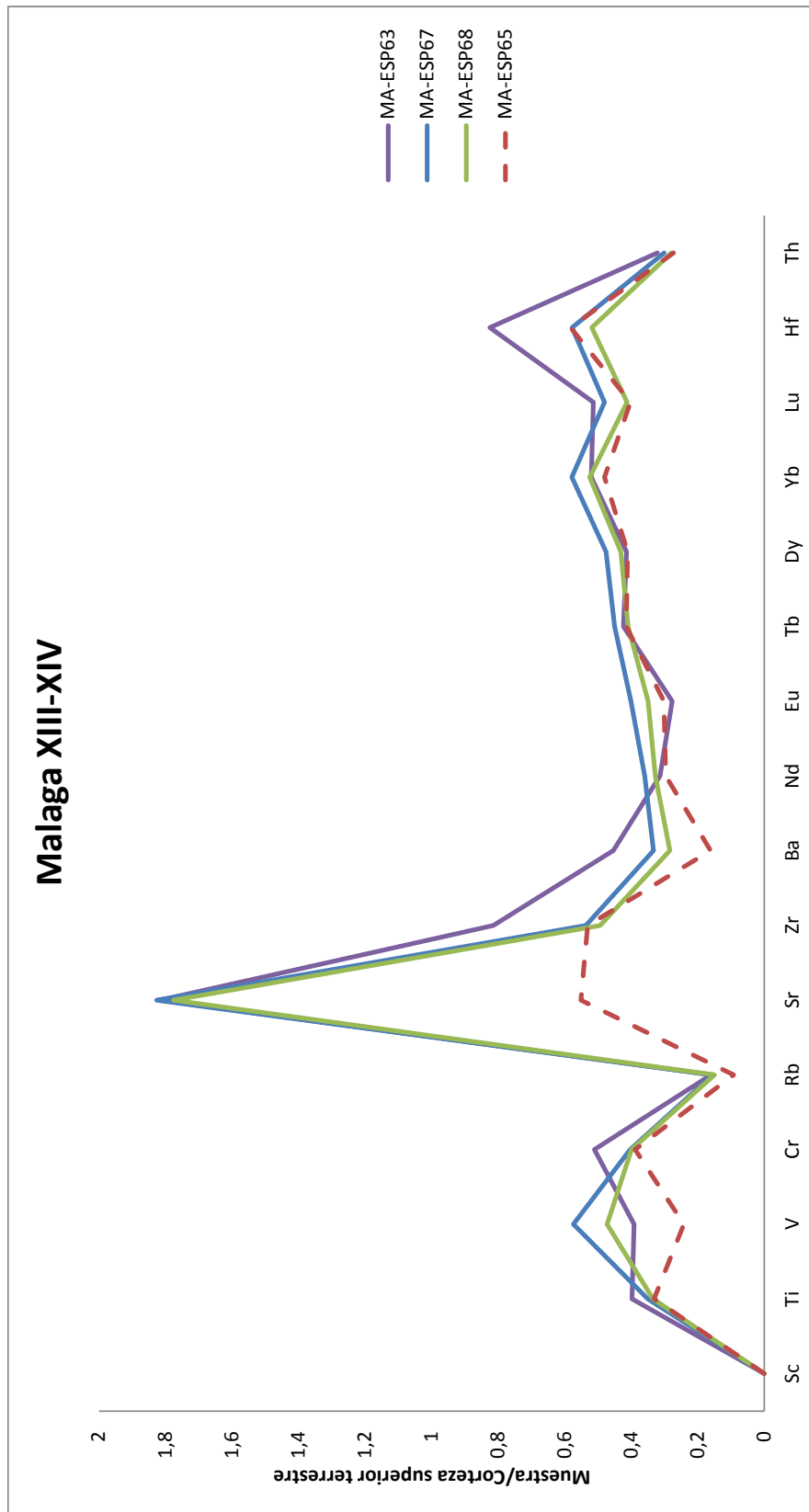


Figura 6.31 Comparación de elementos traza en las muestras MA-ESP63, MA-ESP 67, MA-ESP68 y MA-ESP65 (siglos XII-XIII) normalizadas al contenido medio de la corteza superior terrestre.



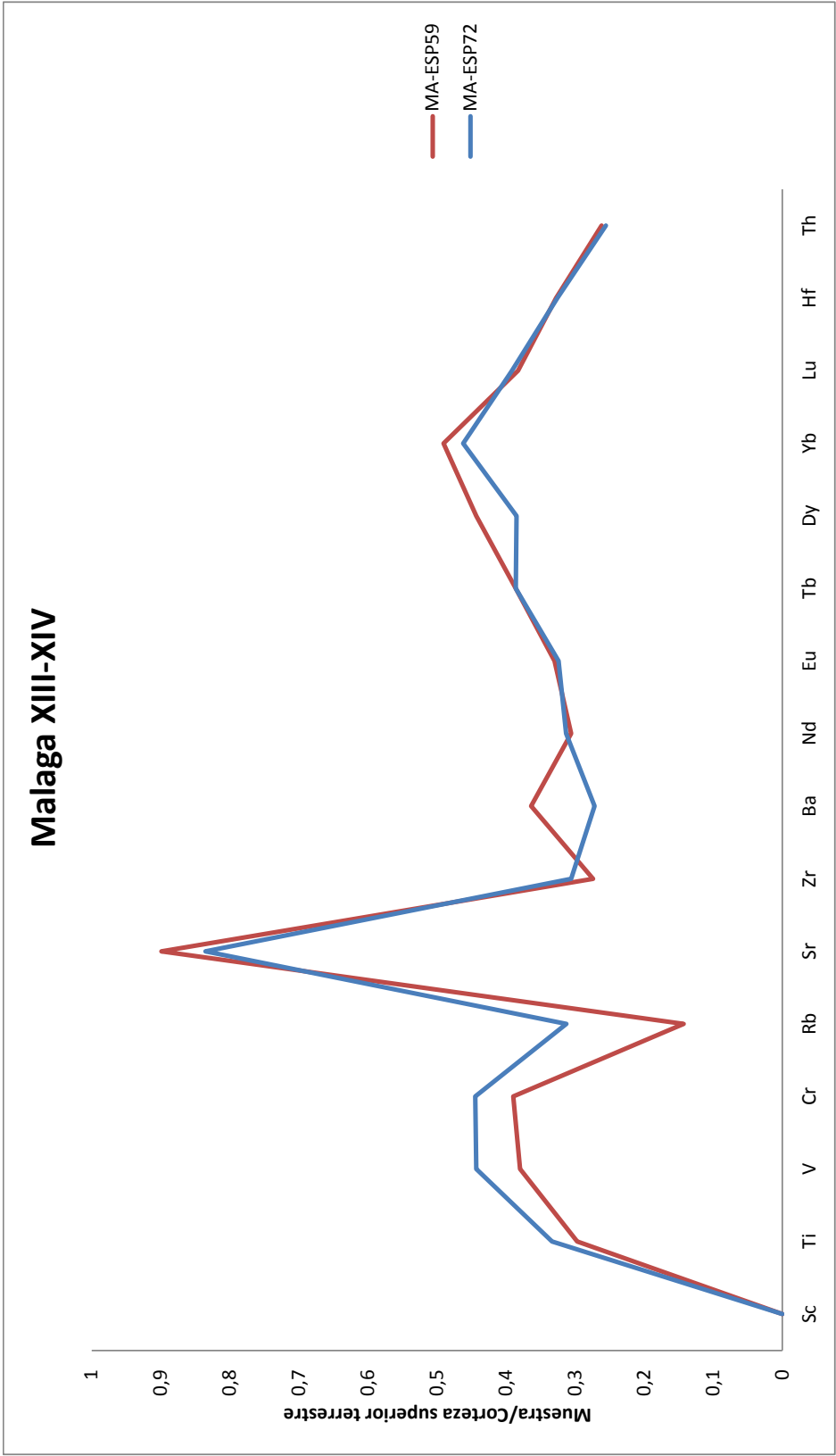


Figura 6.32. Comparación de elementos traza en las muestras MA-ESP59 y MA-ESP72 normalizadas al contenido medio de la corteza superior terrestre.





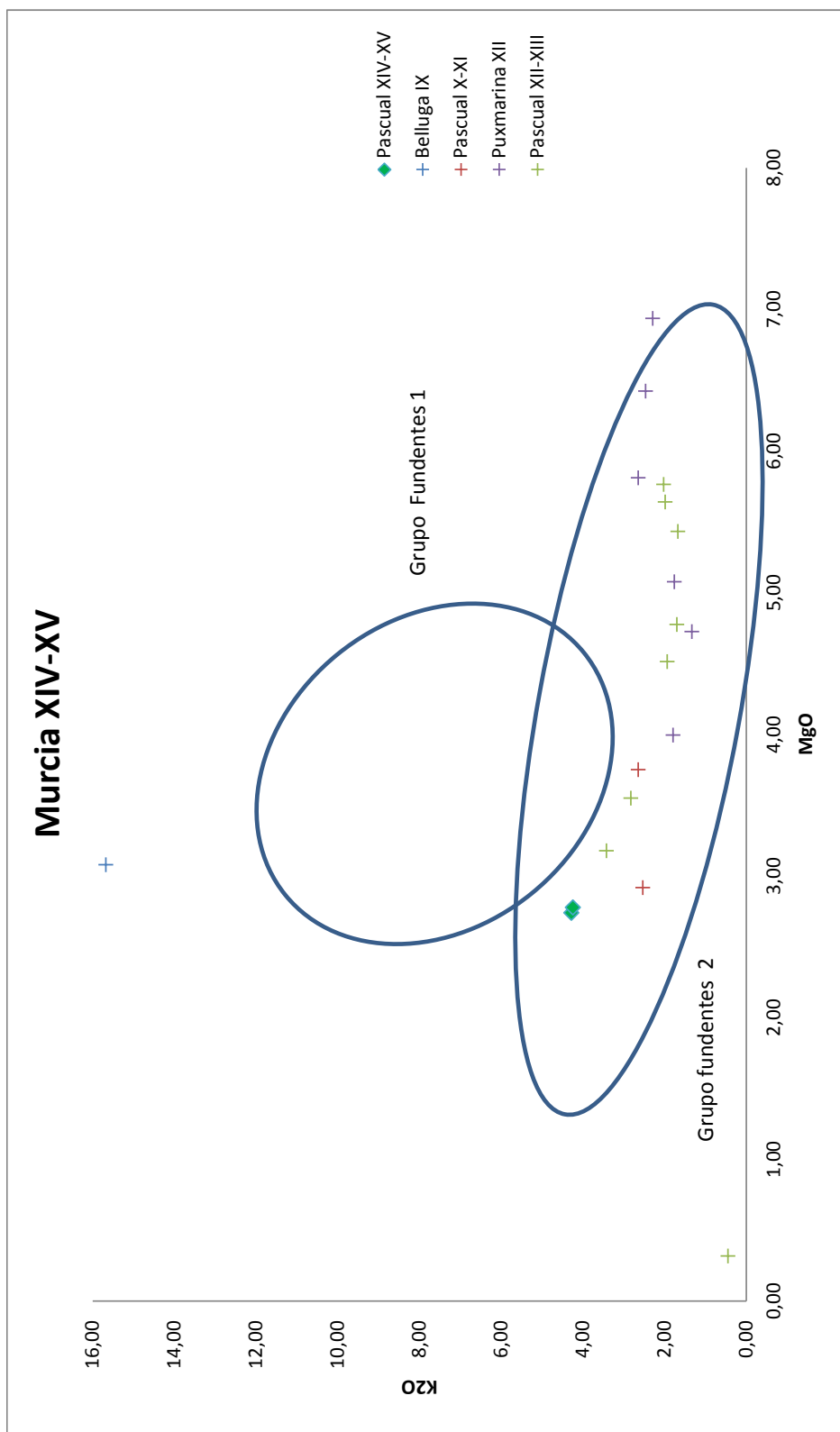


Figura 6.33 Relación MgO-K<sub>2</sub>O de los vidrios producidos con fundentes de origen vegetal, procedentes de Murcia y fechados entre los siglos XIV-XV.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM</a>	Página	768/807



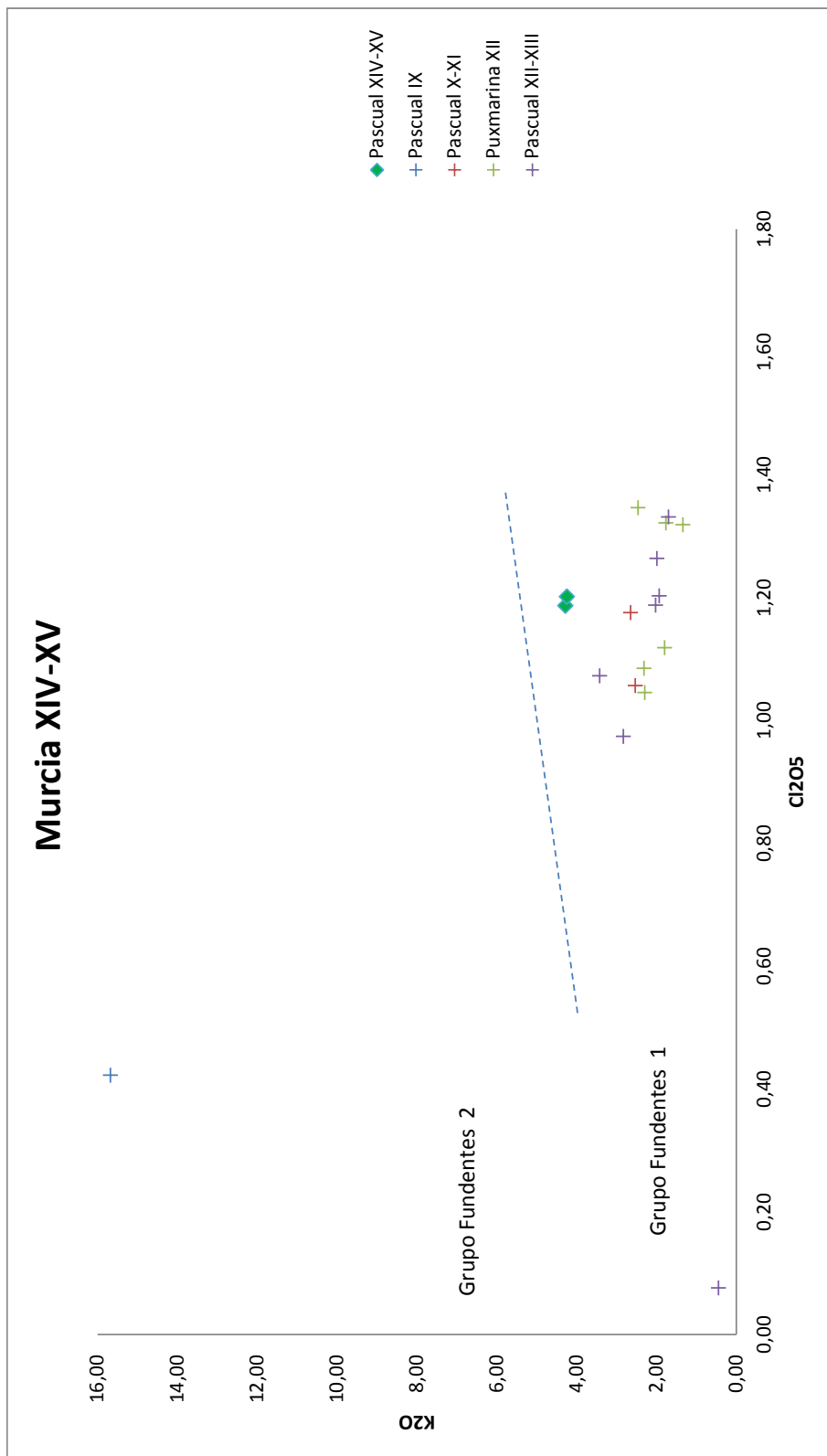


Figura 6.34 Relación Cl-K<sub>2</sub>O de los vidrios producidos con fundentes de origen vegetal, procedentes de Murcia y fechados entre los siglos XIV-XV.



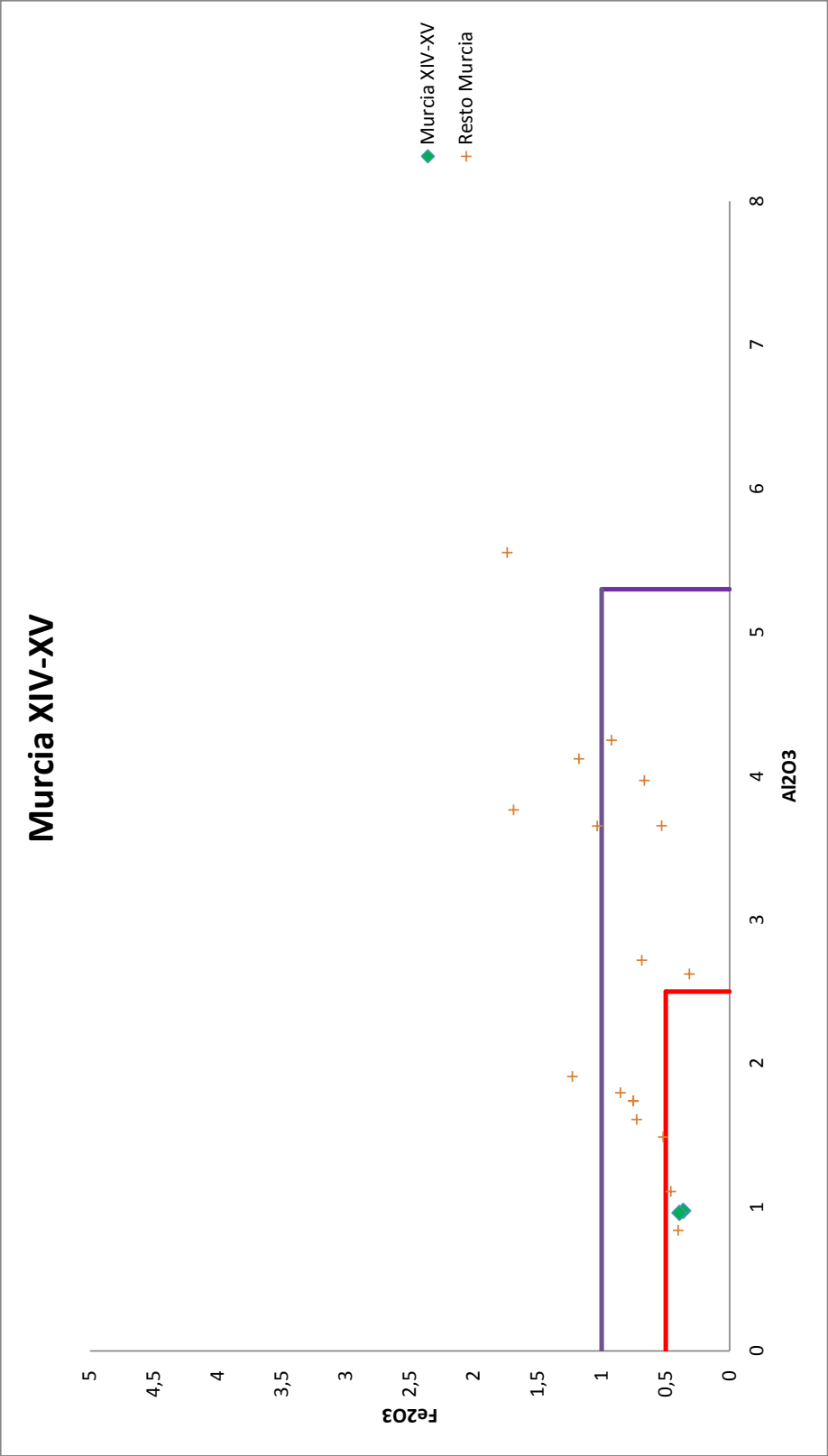


Figura 6.35. Relación  $Al_2O_3$ - $Fe_2O_3$  de los vidrios producidos con fundentes de origen vegetal, procedentes de Murcia y fechados entre los siglos XIV-XV.



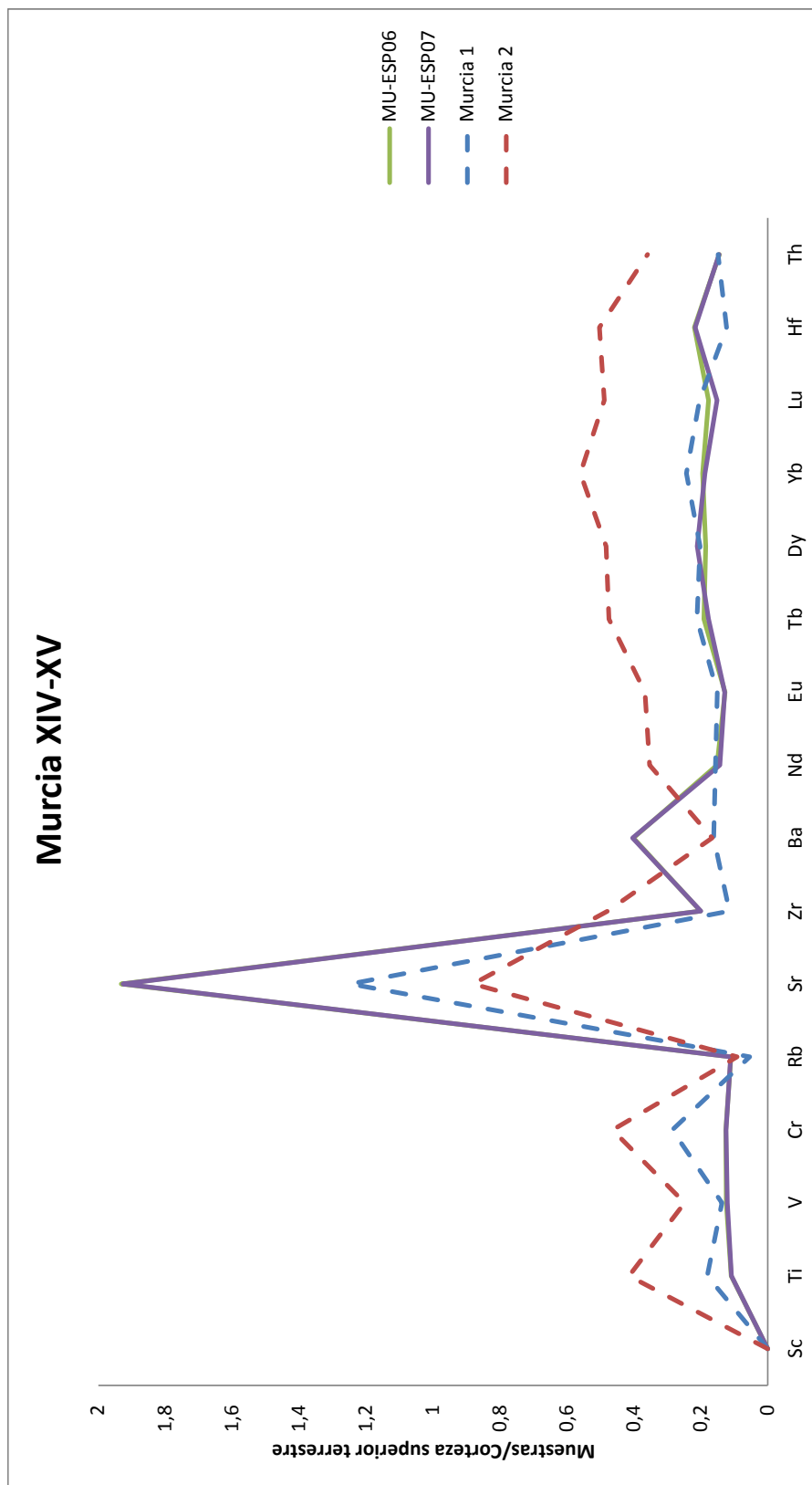


Figura 6.36 Comparación de elementos traza en las muestras MU-ESP06 y MU-ESP07, además de los grupos provisionales Murcia 1 y Murcia 2 normalizadas al contenido medio de la corteza superior terrestre.



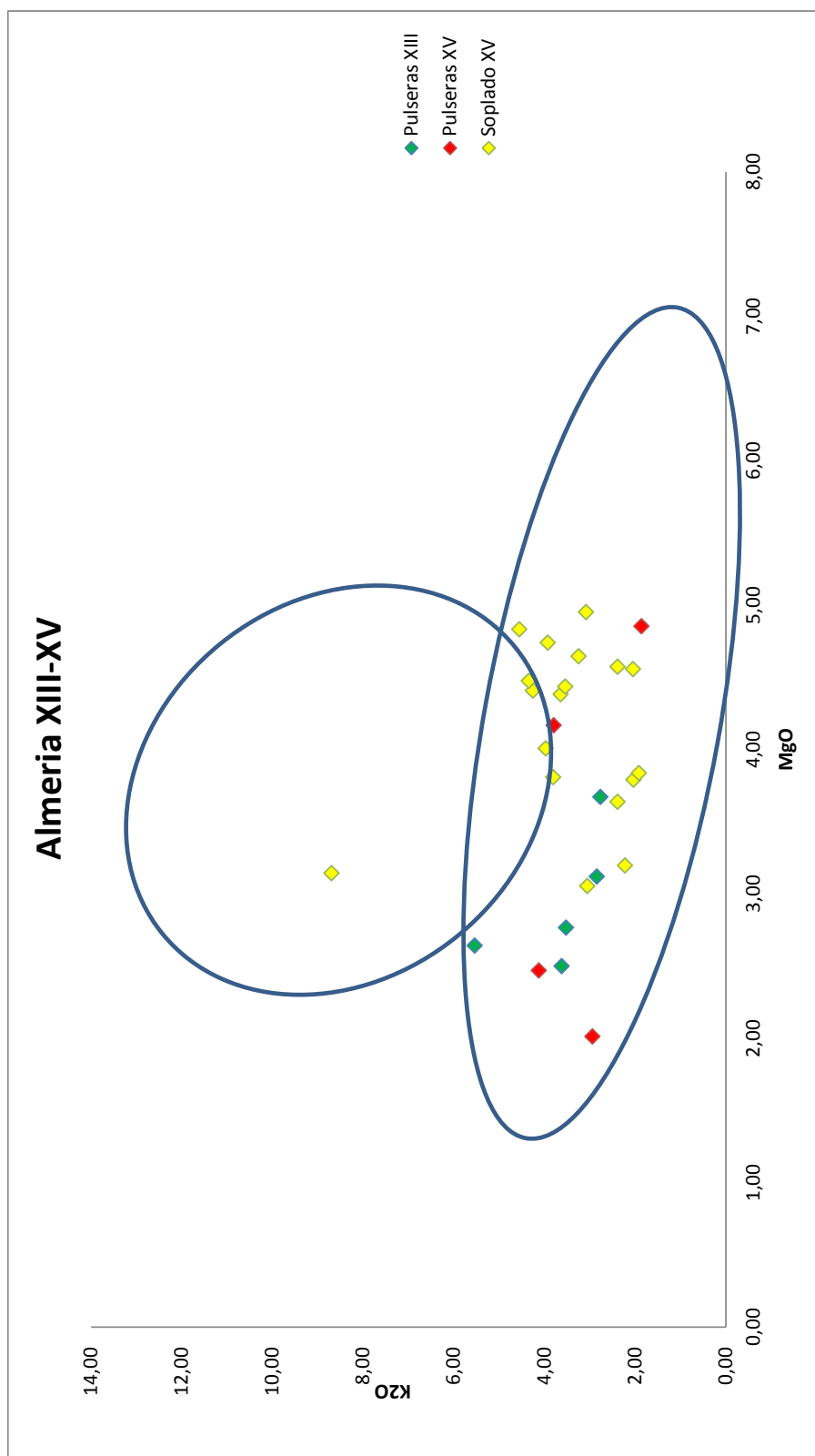


Figura 6.37. Relación  $MgO-K_2O$  de los vidrios producidos con fundentes de origen vegetal, procedentes de Almería y fechados a finales del siglo XIII y a finales del siglo XV.



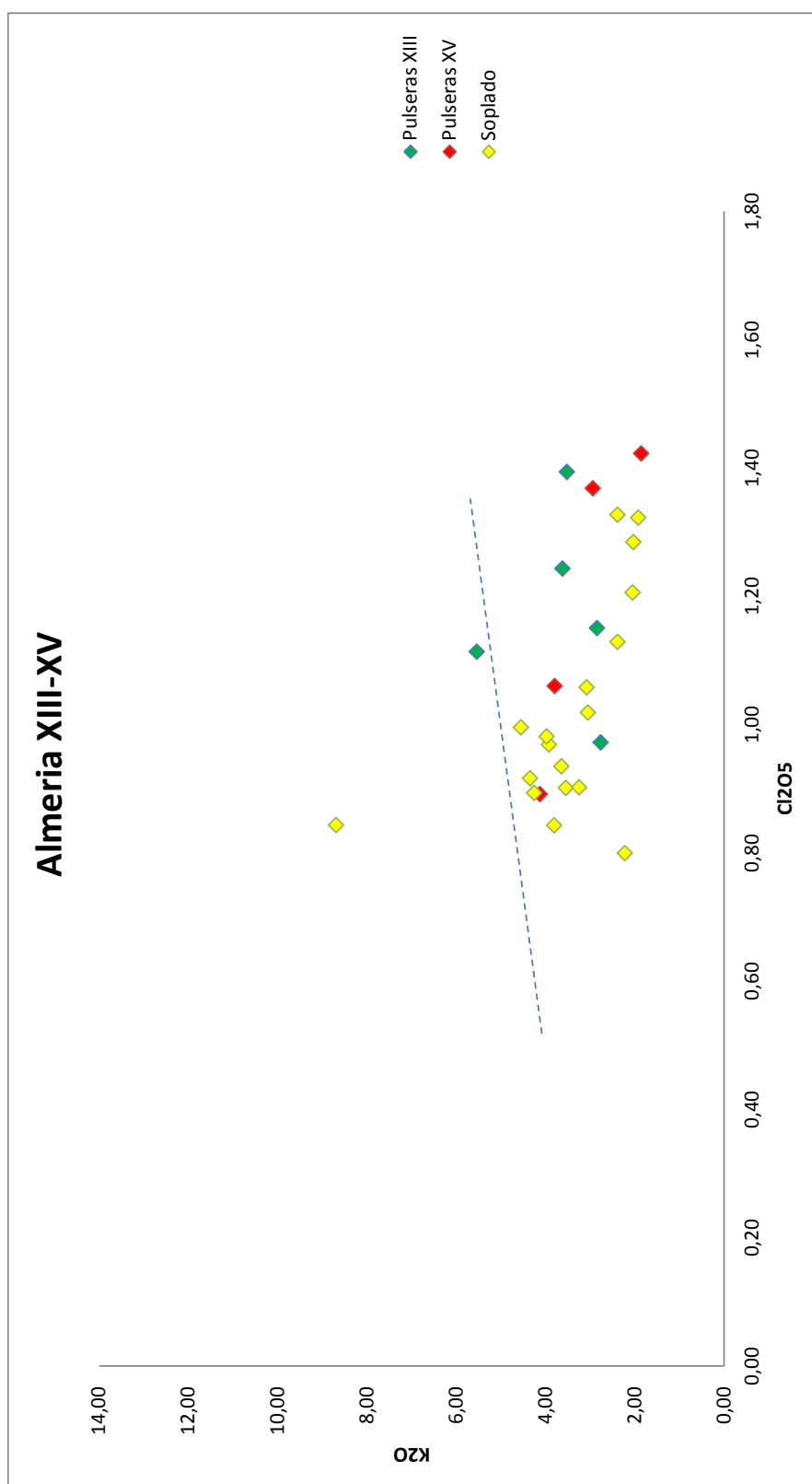


Figura 6.38. Relación Cl-K<sub>2</sub>O de los vidrios producidos con fundentes de origen vegetal, procedentes de Almería y fechados a finales del siglo XIII y a finales del siglo XV.



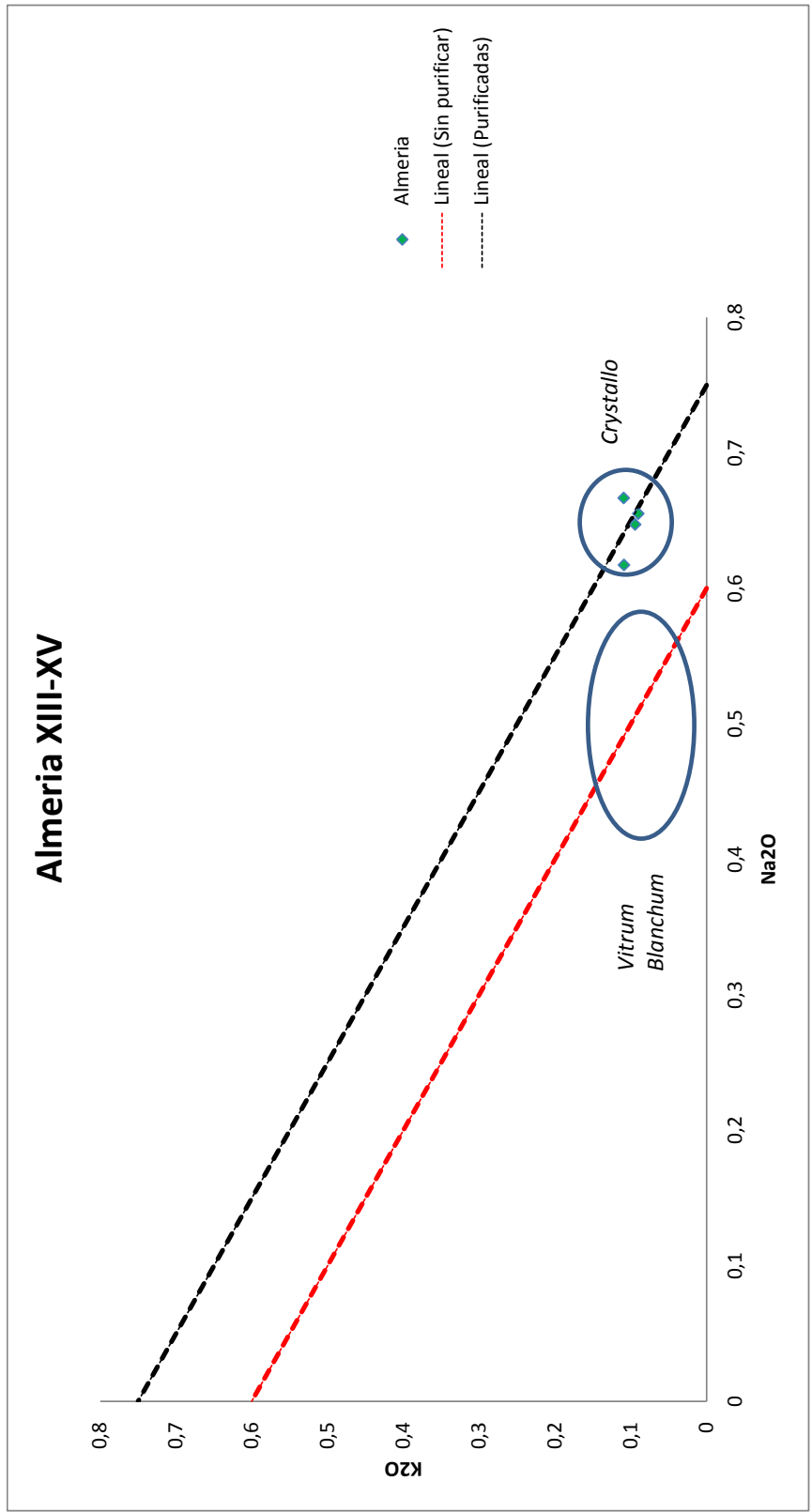


Figura 6.39. Resultado de dividir las concentraciones de  $\text{Na}_2\text{O}$  y  $\text{K}_2\text{O}$  en los vidrios de Almería entre la suma de las concentraciones de los principales elementos contenidos en la ceniza ( $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  y  $\text{CaO}$ ), cuyo objeto es evaluar la pureza de las cenizas. Un resultado en torno a la línea 0,6-0,6 indica cenizas purificadas, y uno en torno a la línea 0,75-0,75 indica cenizas sin purificar.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	774/807





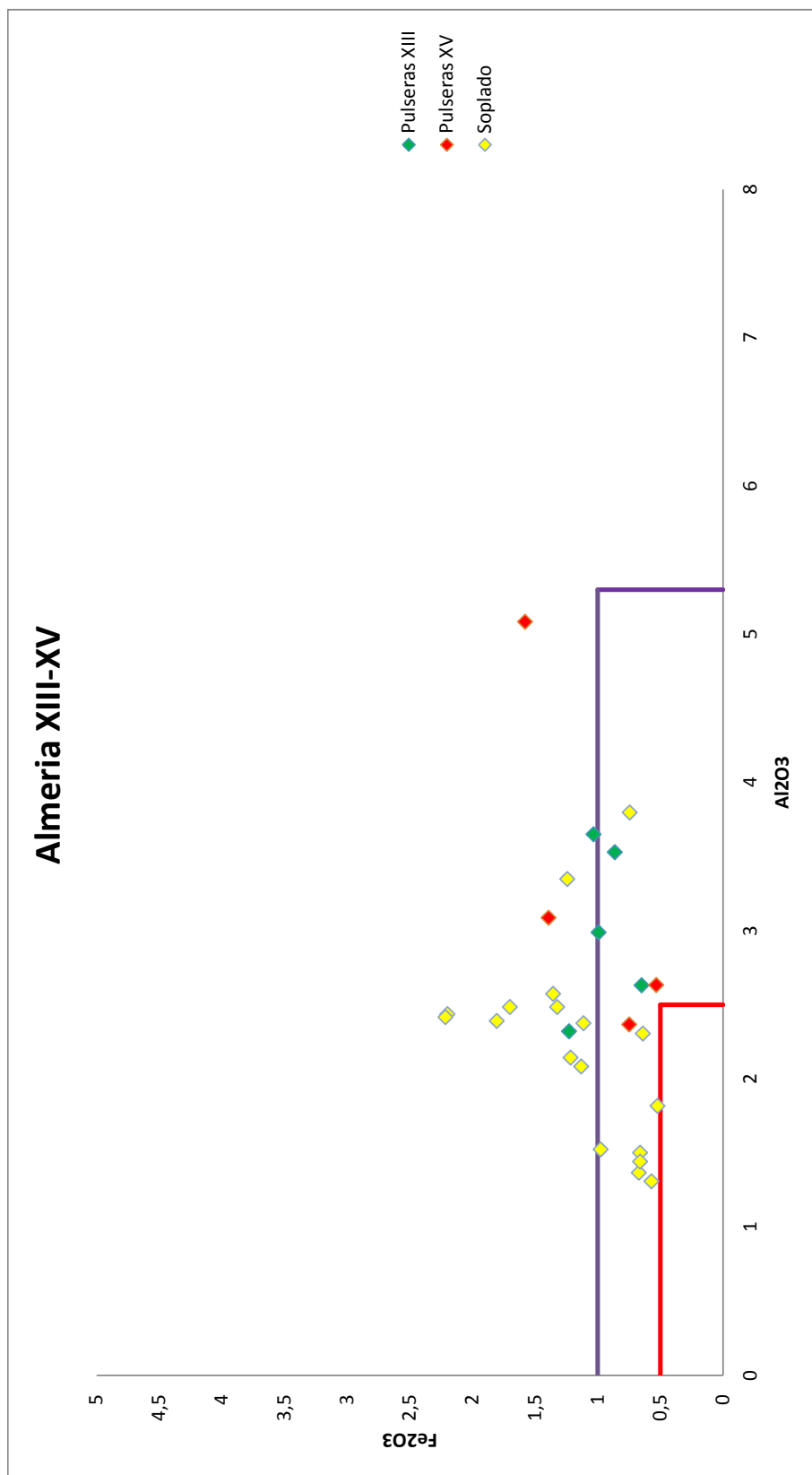


Figura 6.40. Relación  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$  de los vidrios producidos con fundentes de origen vegetal, procedentes de Almería y fechados entre los siglos XIII y XV.



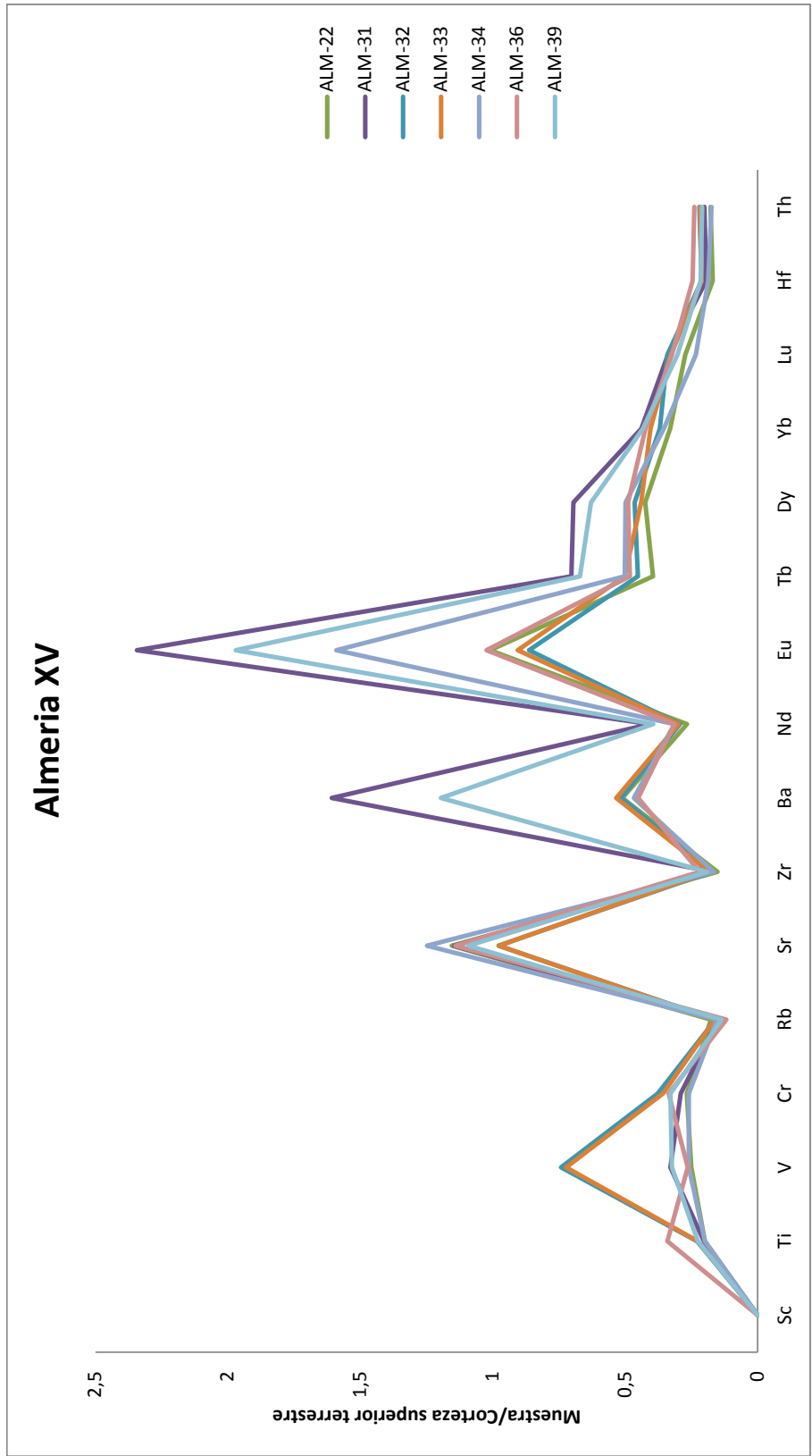


Figura 6.41 Comparación de elementos traza en las muestras ALM-22, ALM-31, ALM-32, ALM-33, ALM-34, ALM-36 y ALM-39, normalizadas al contenido medio de la corteza superior terrestre.



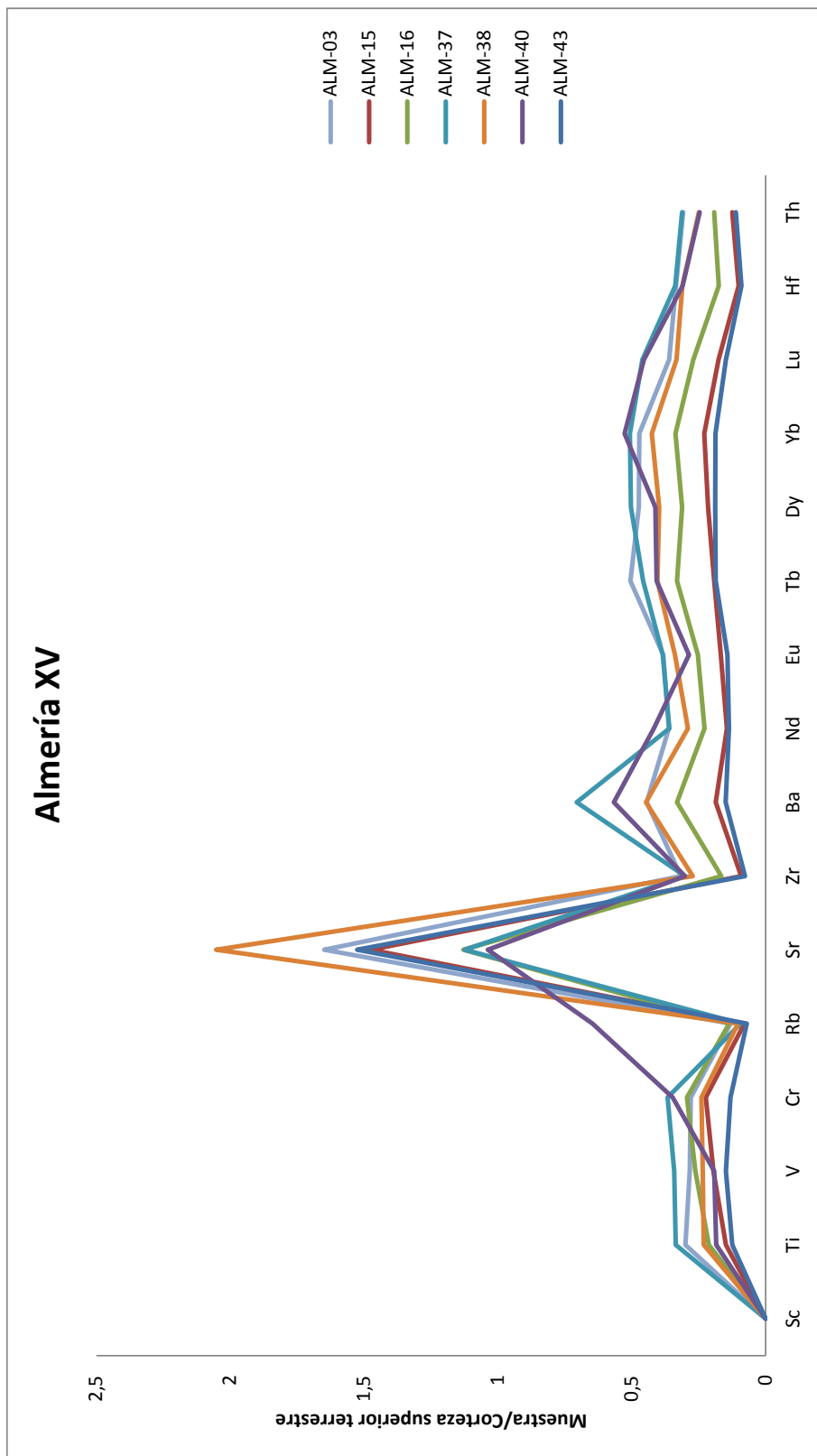


Figura 6.42 Comparación de elementos traza en las muestras ALM-03, ALM-15, ALM-16, ALM-37, ALM-38 y ALM-43, normalizadas al contenido medio de la corteza superior terrestre.



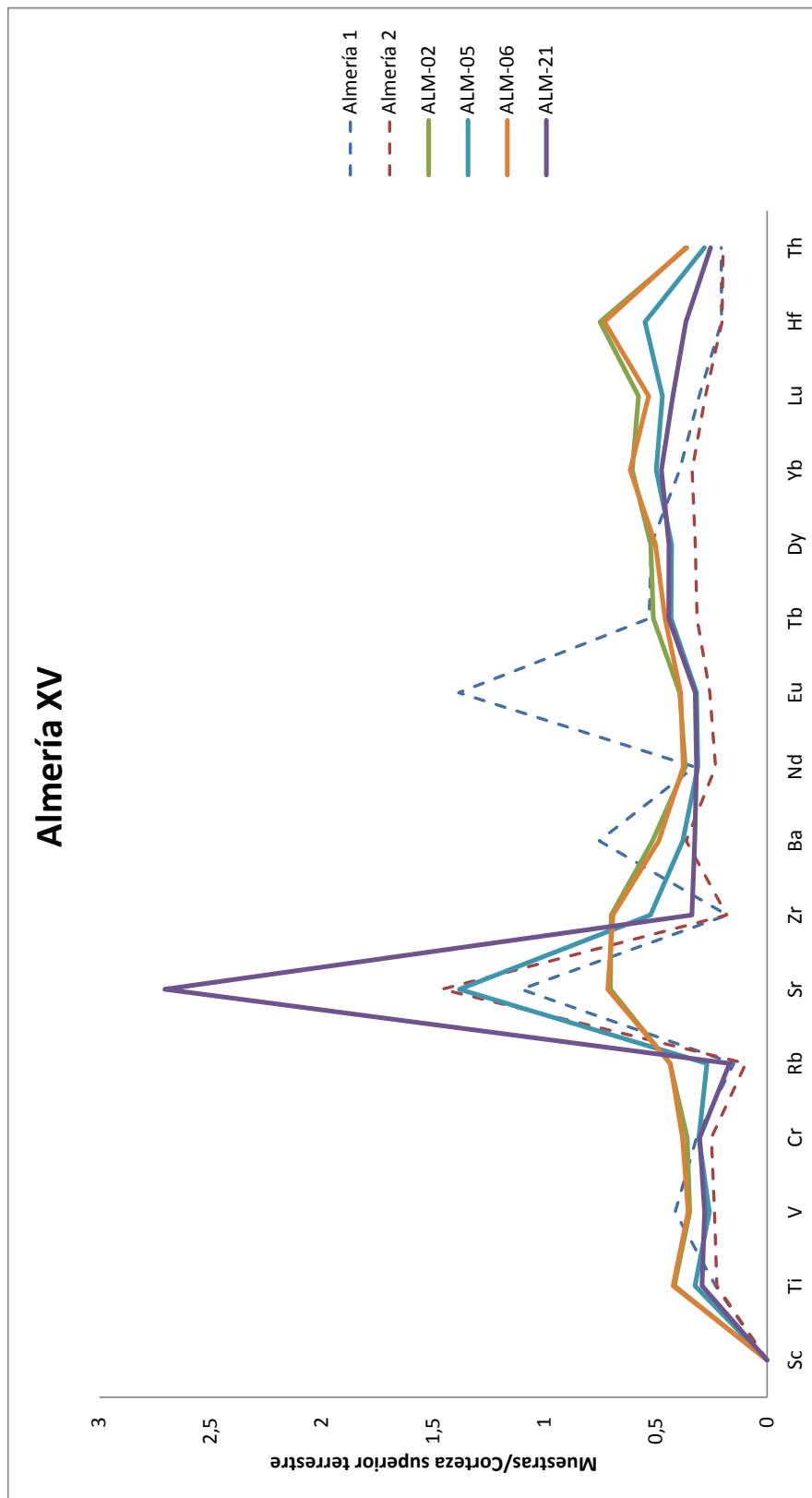


Figura 6.43 Comparación de elementos traza en las muestras ALM-02, ALM-06 y ALM-21 (y valores promedio de los grupos provisionales Almería 1 y Almería 2), normalizadas al contenido medio de la corteza superior terrestre.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	778/807



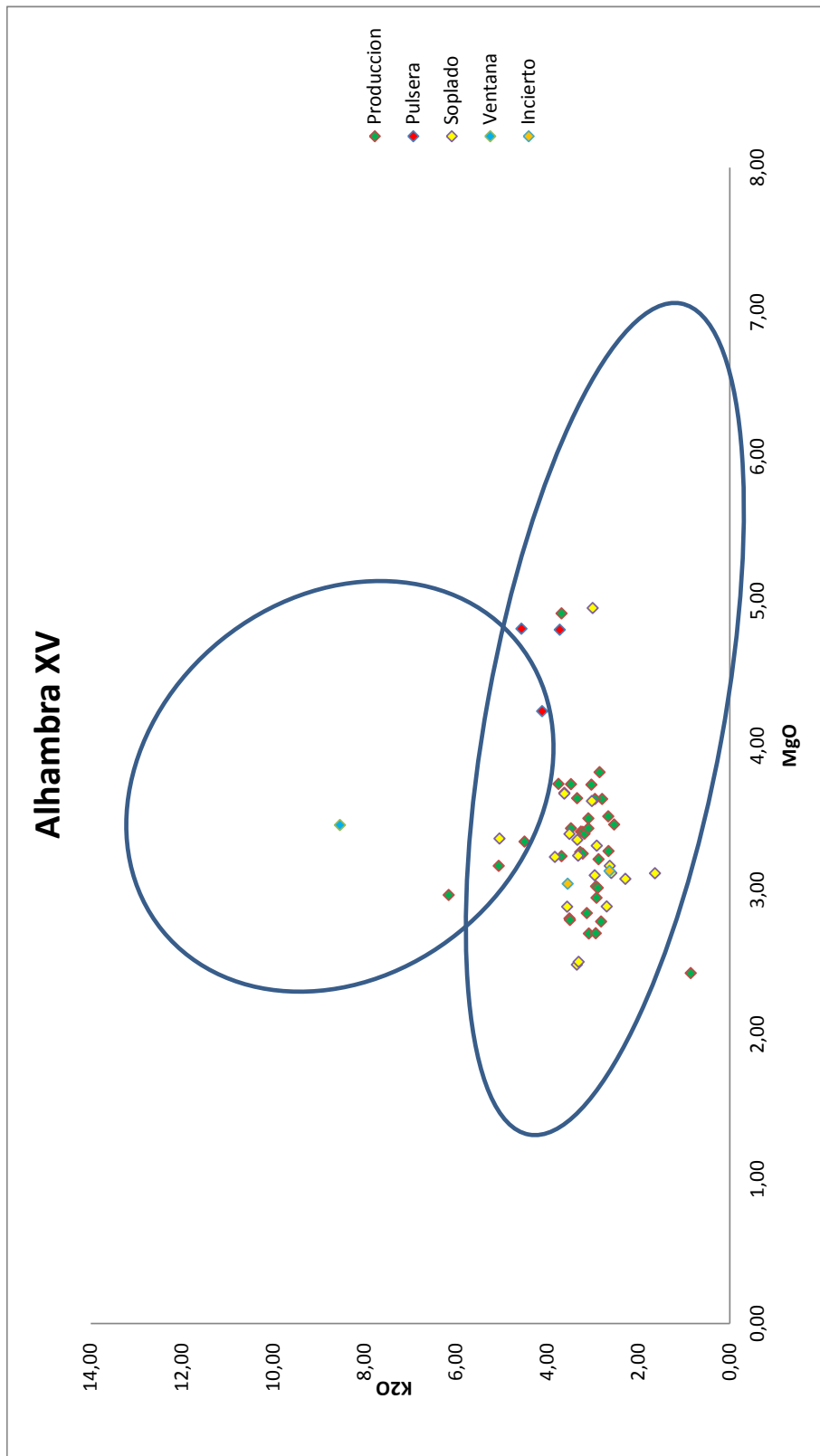


Figura 6.44. Relación  $\text{Mgo-K}_2\text{O}$  de los vidrios producidos con fundentes de origen vegetal, procedentes de la Alhambra y fechados a finales del siglo XV.



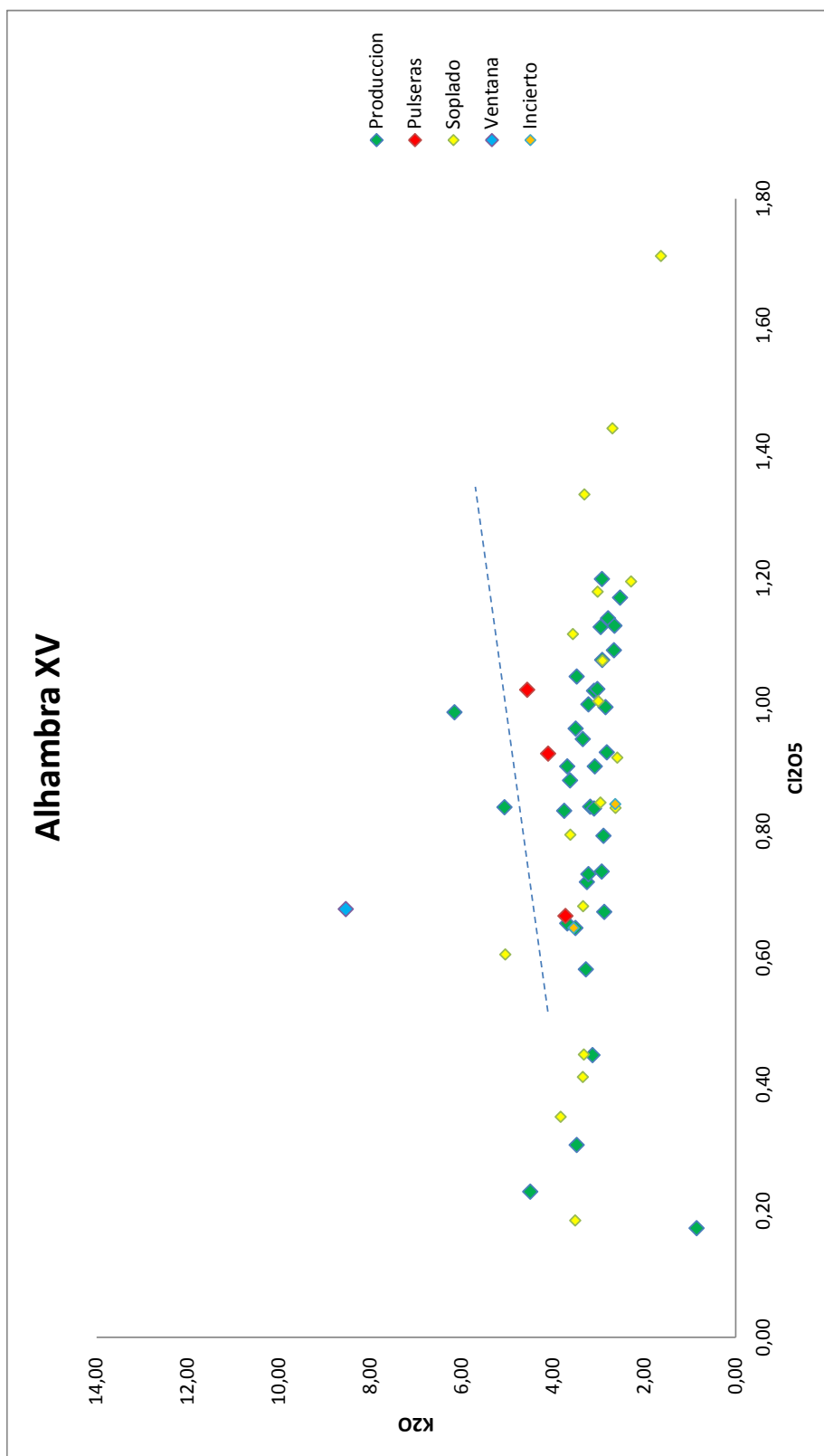


Figura 6. 45. Relación Cl-K<sub>2</sub>O de los vidrios producidos con fundentes de origen vegetal, procedentes de la Alhambra y fechados a finales del siglo XV.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNP SX4NM</a>	Página	780/807



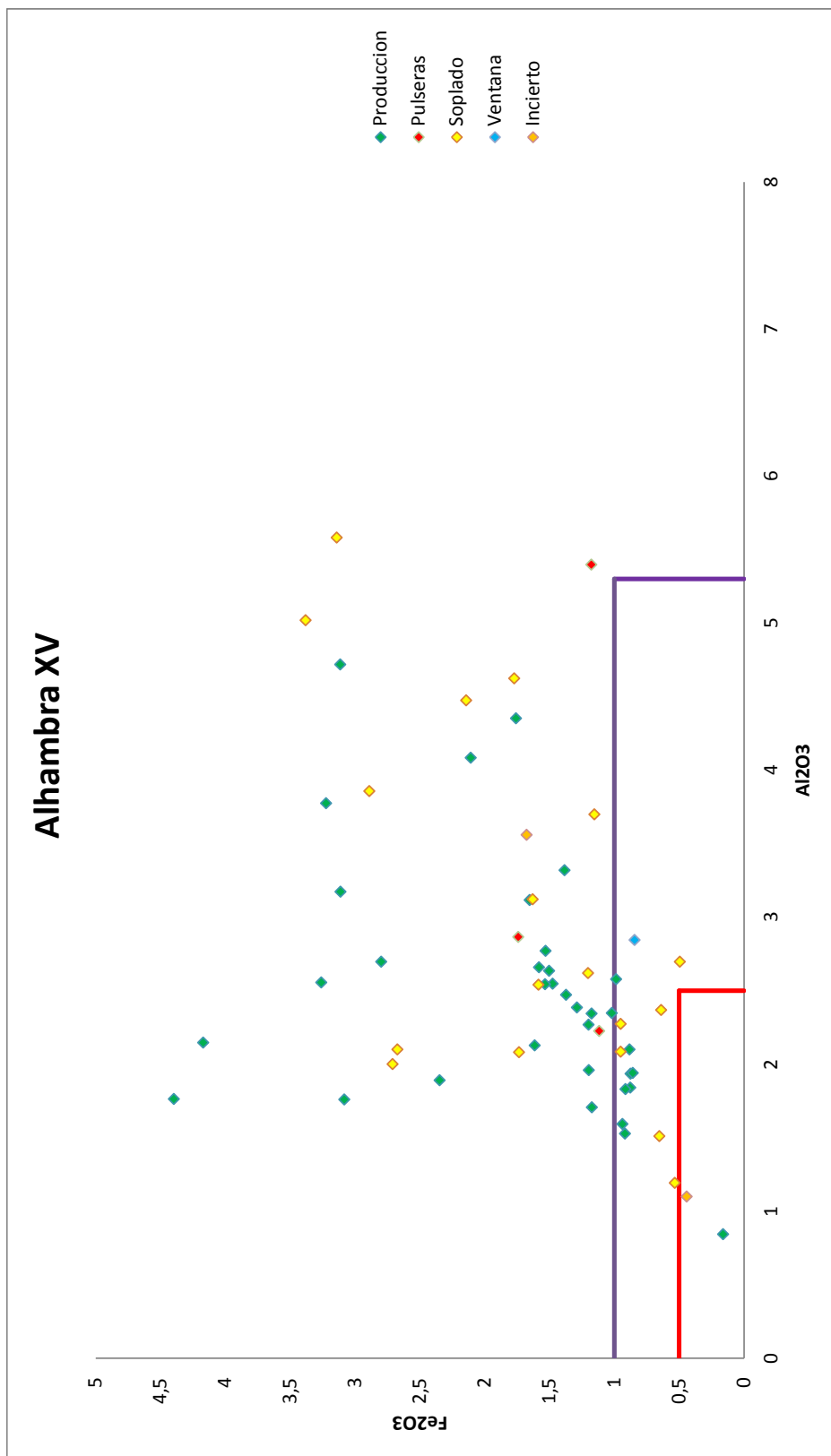


Figura 6.46. Relación  $Al_2O_3$ - $Fe_2O_3$  de los vidrios producidos con fundentes de origen vegetal, procedentes de la Alhambra y fechados en el siglo XV.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	781/807





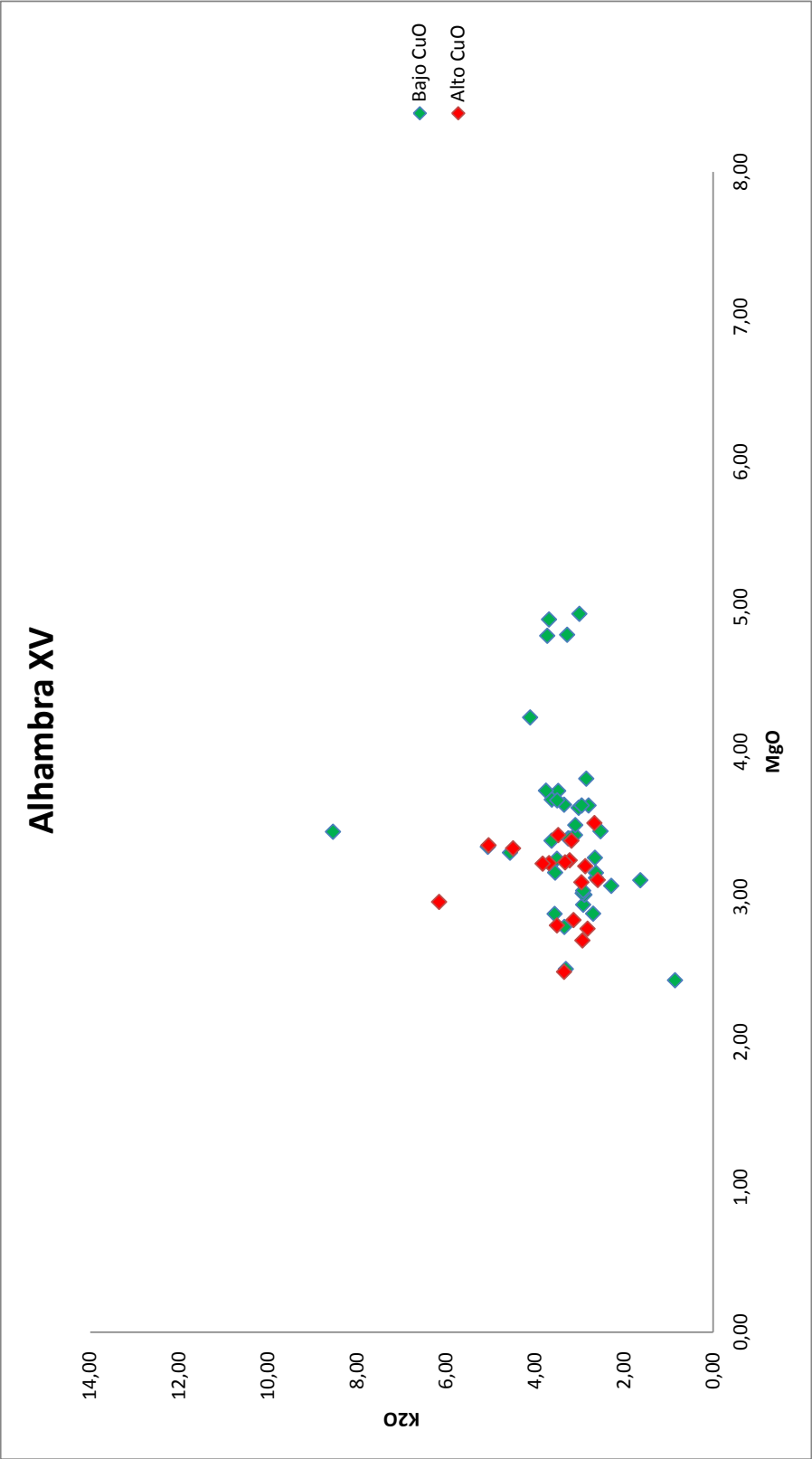


Figura 6.47. Relación MgO-K2O de los vidrios producidos con fundentes de origen vegetal, procedentes de la Alhambra y fechados en el siglo, discriminando entre las muestras con bajo y alto contenido en cobre.



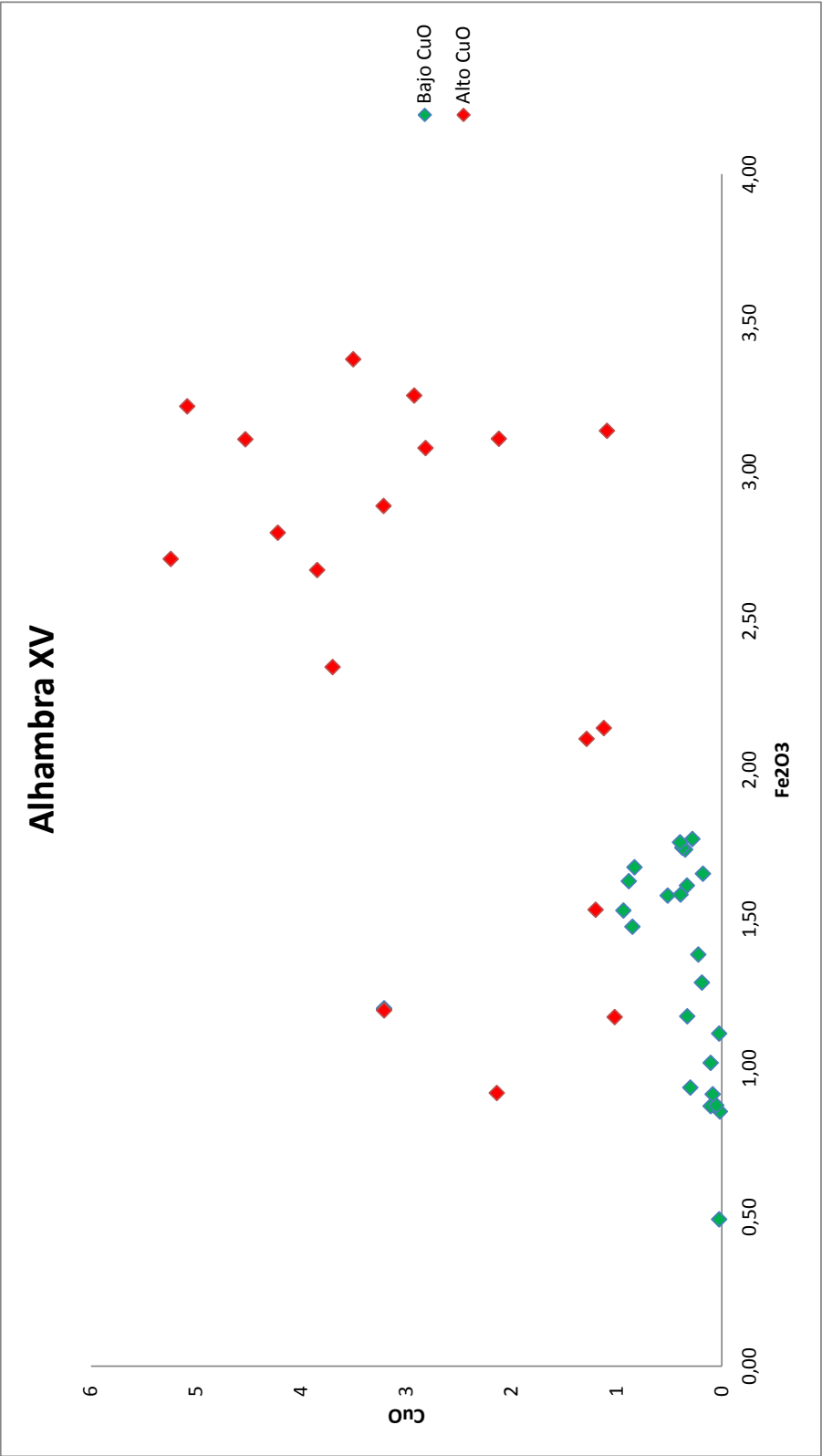


Figura 6.48. Relación  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-CuO}$  de los vidrios producidos con fundentes de origen vegetal, procedentes de la Alhambra y fechados en el siglo XV (la figura excluye aquellas muestras cuyo contenido en cobre se encontraba por debajo de los límites de detección de la microsonda de electrones).



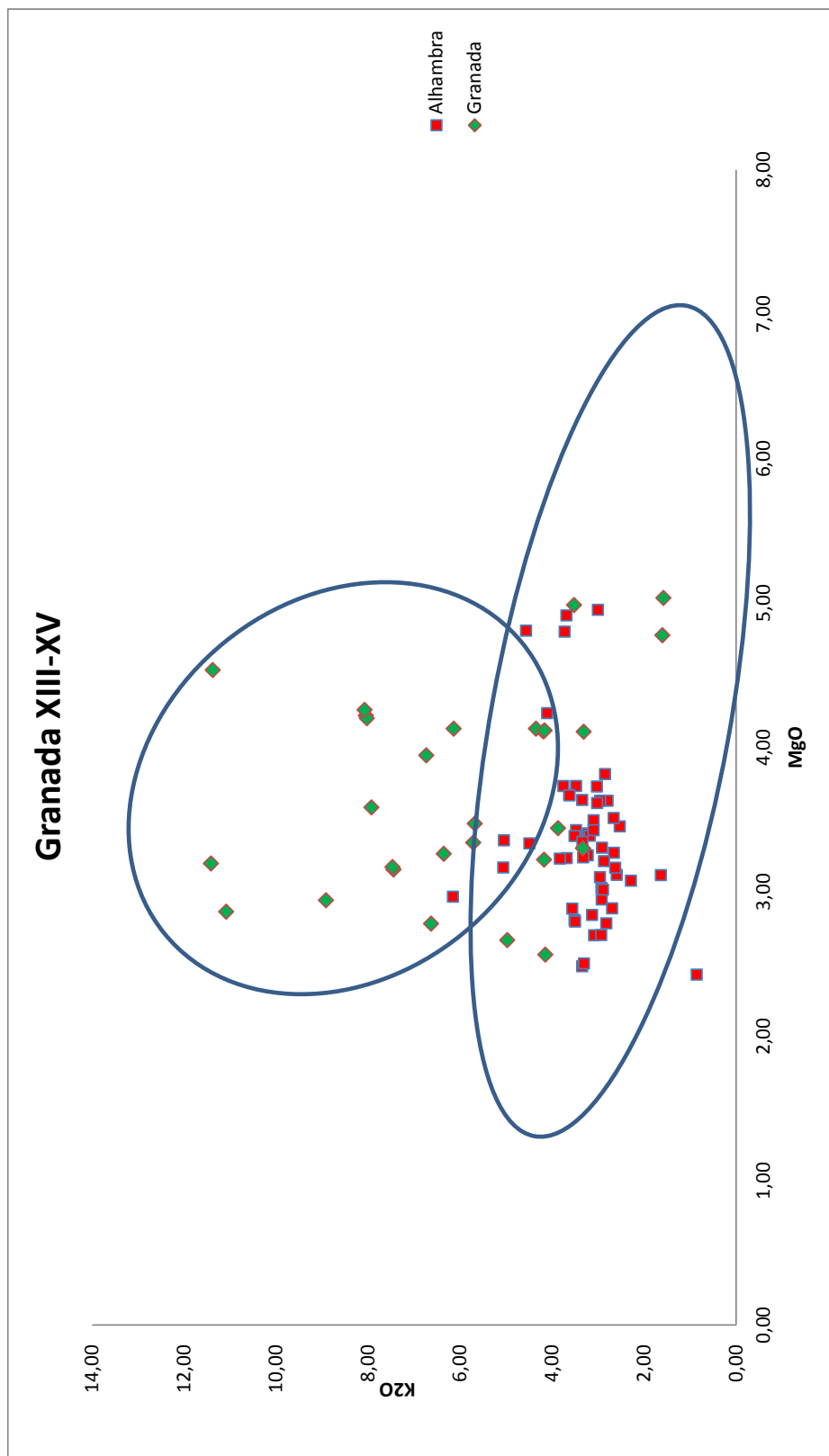


Figura 6.49. Comparación de la relación  $MgO-K_2O$  en los vidrios procedentes de la Alhambra y c/Real de Cartuja (Granada).

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	784/807



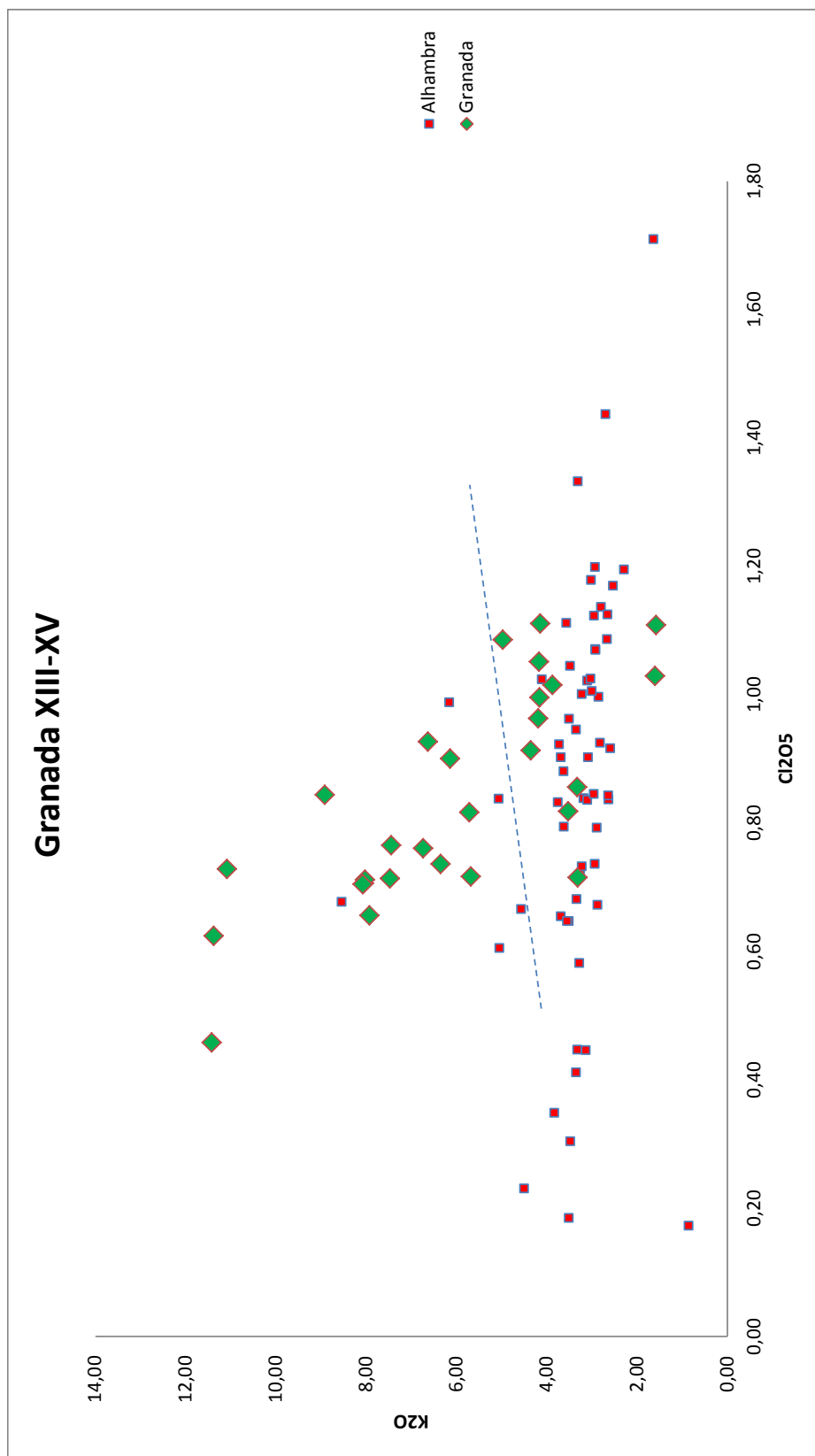


Figura 6.50. Comparación de la relación Cl-K<sub>2</sub>O en los vidrios procedentes de la Alhambra y c/Real de Cartuja (Granada).

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	785/807



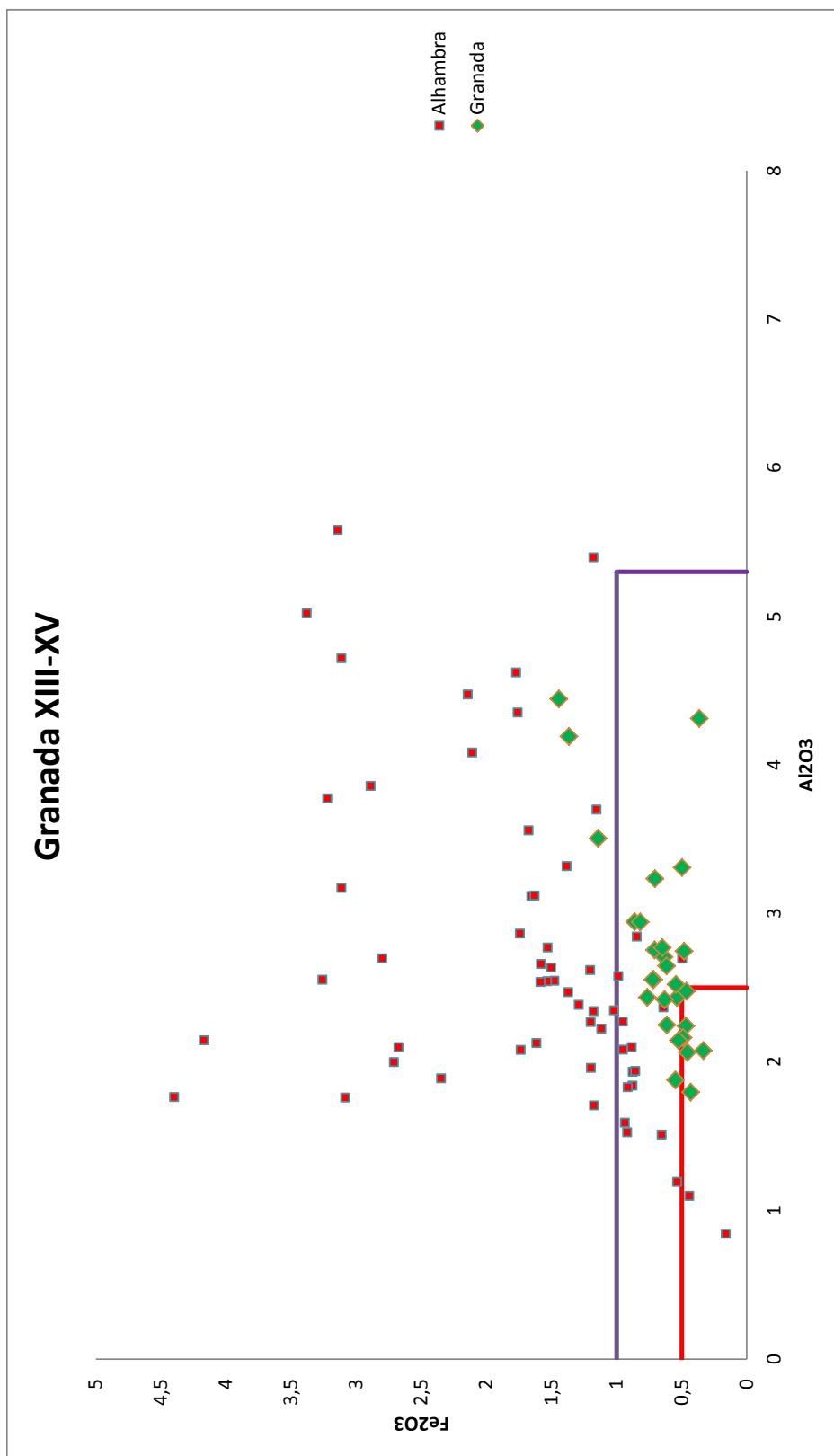


Figura 6.51. Comparación de la relación  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$  en los vidrios procedentes de la Alhambra y c/Real de Cartuja (Granada).

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	786/807



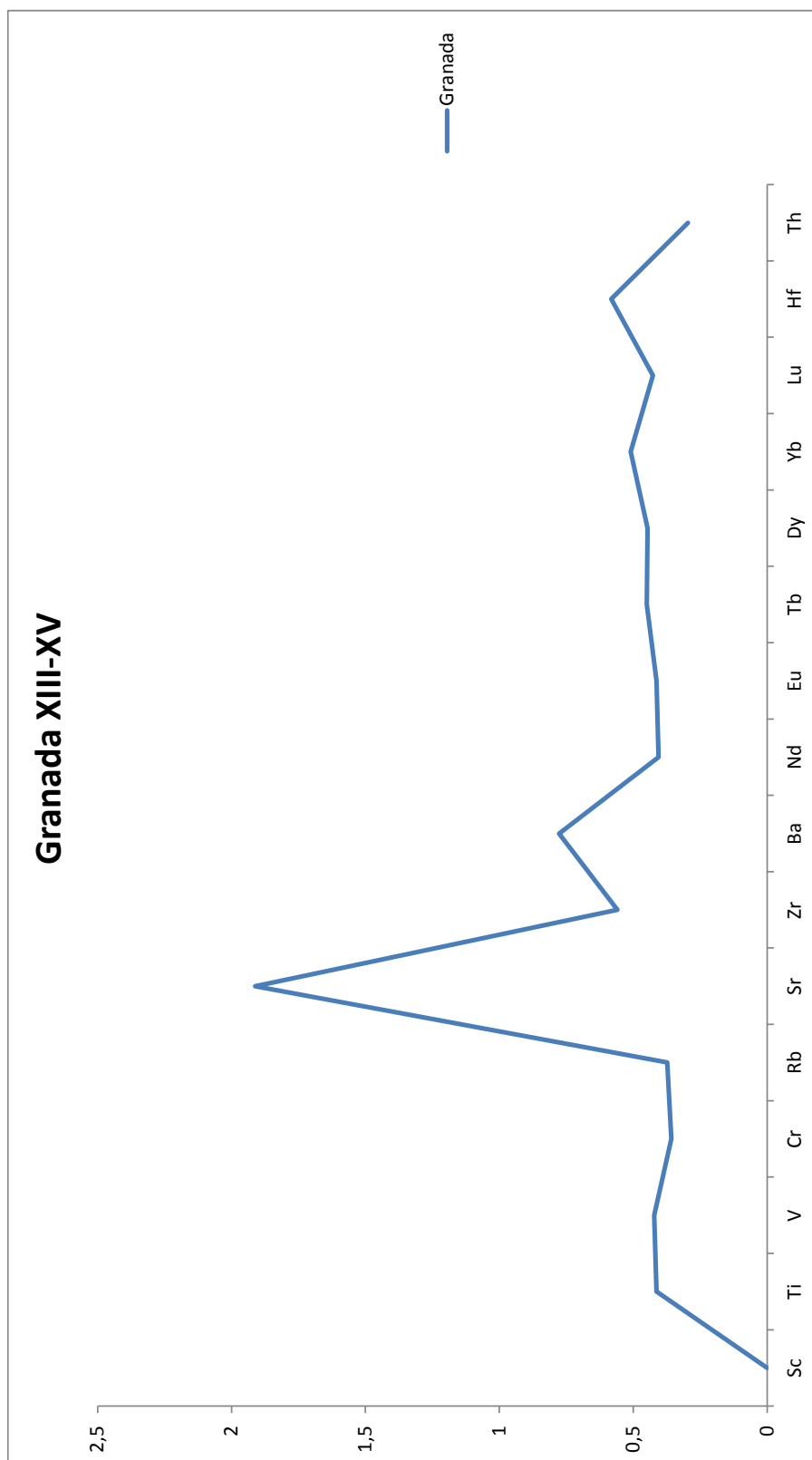


Figura 6.52. Promedio del contenido en elementos traza en las muestras procedentes de c/Real de Cartuja (Granada) normalizadas al contenido medio de la corteza superior terrestre.



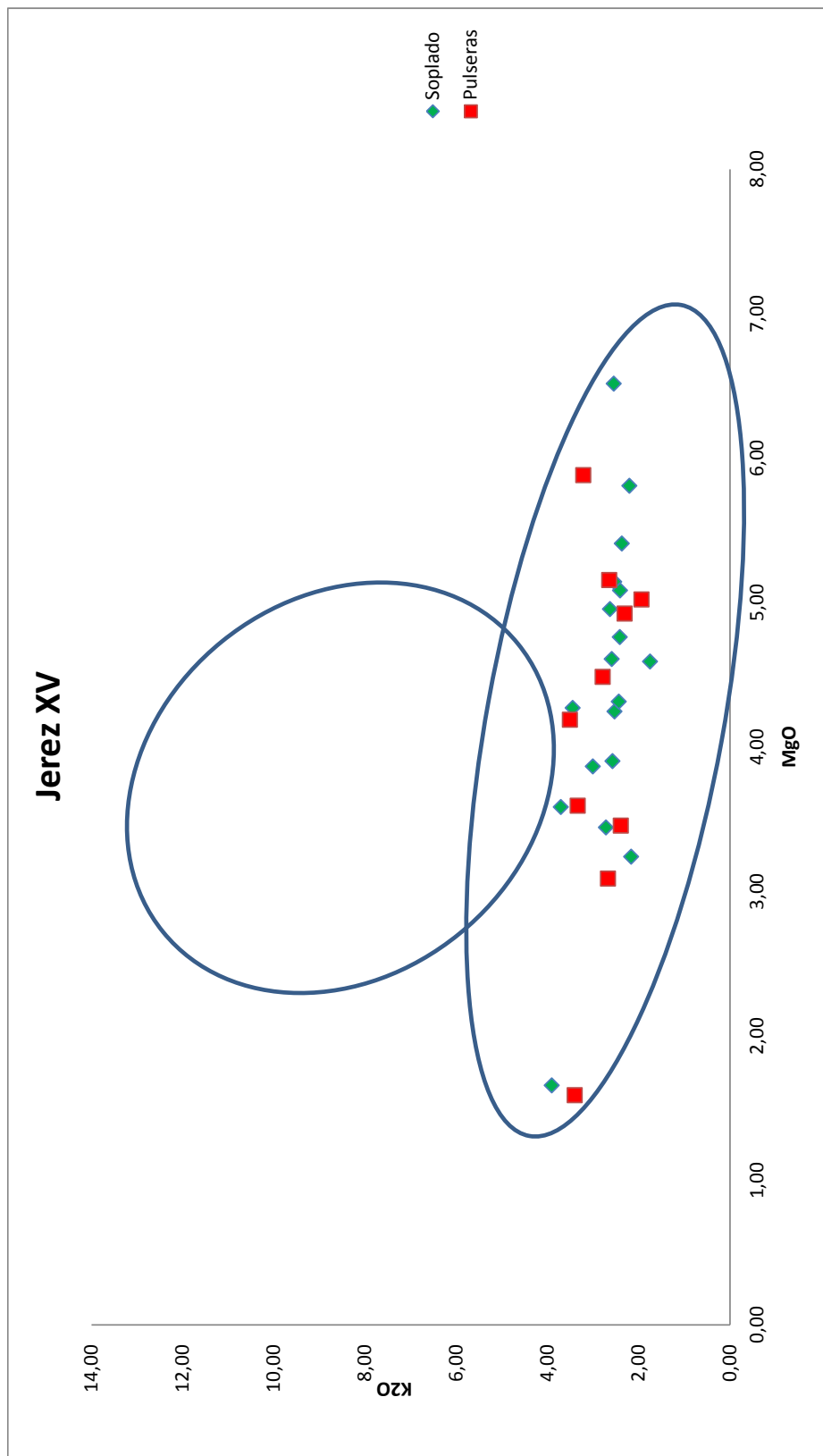


Figura 6.53. Comparación de la relación MgO-K<sub>2</sub>O en los vidrios procedentes de Jerez de la Frontera.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	788/807





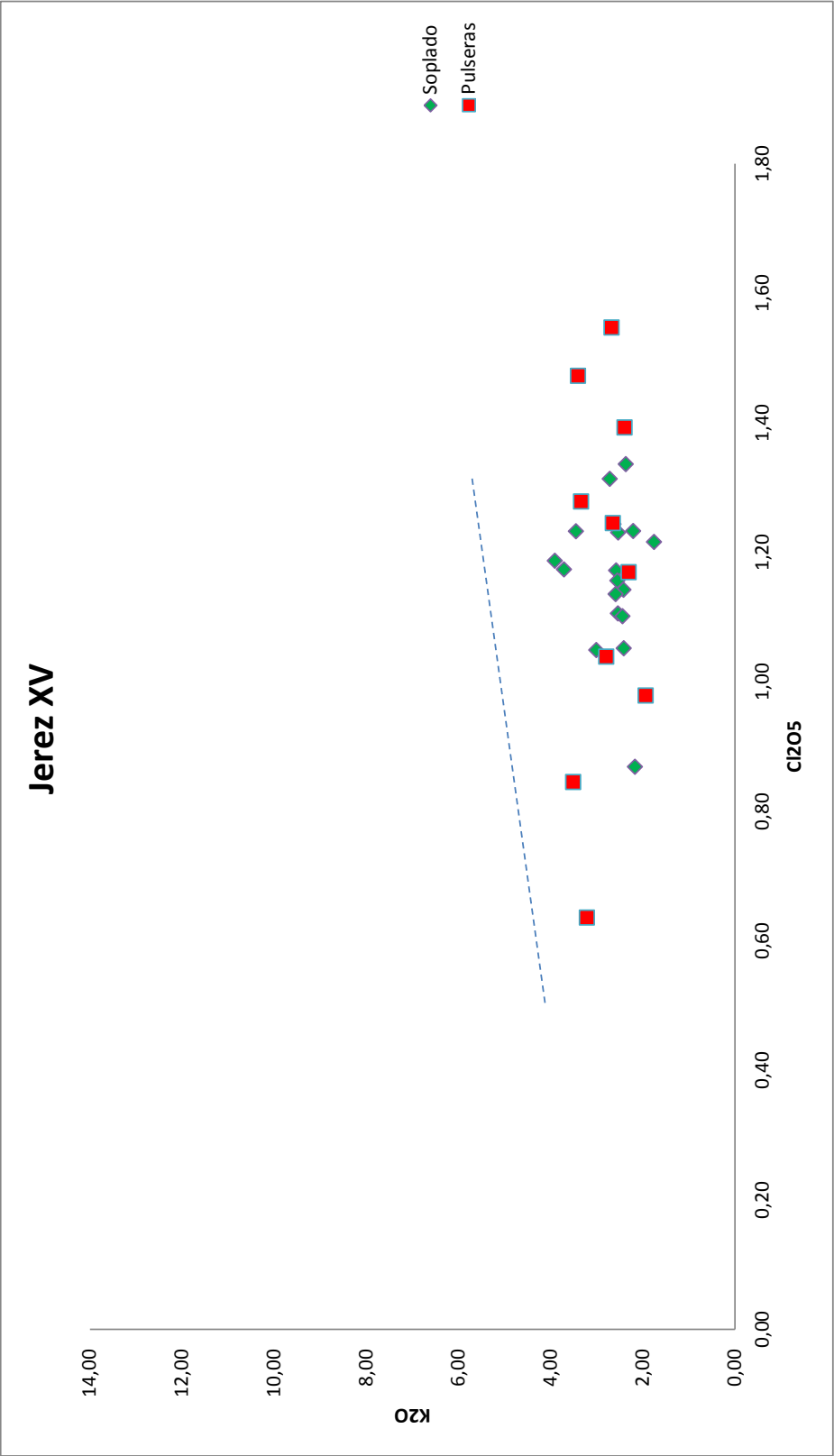


Figura 6.54. Comparación de la relación Cl-K<sub>2</sub>O en los vidrios procedentes de Jerez de la Frontera.



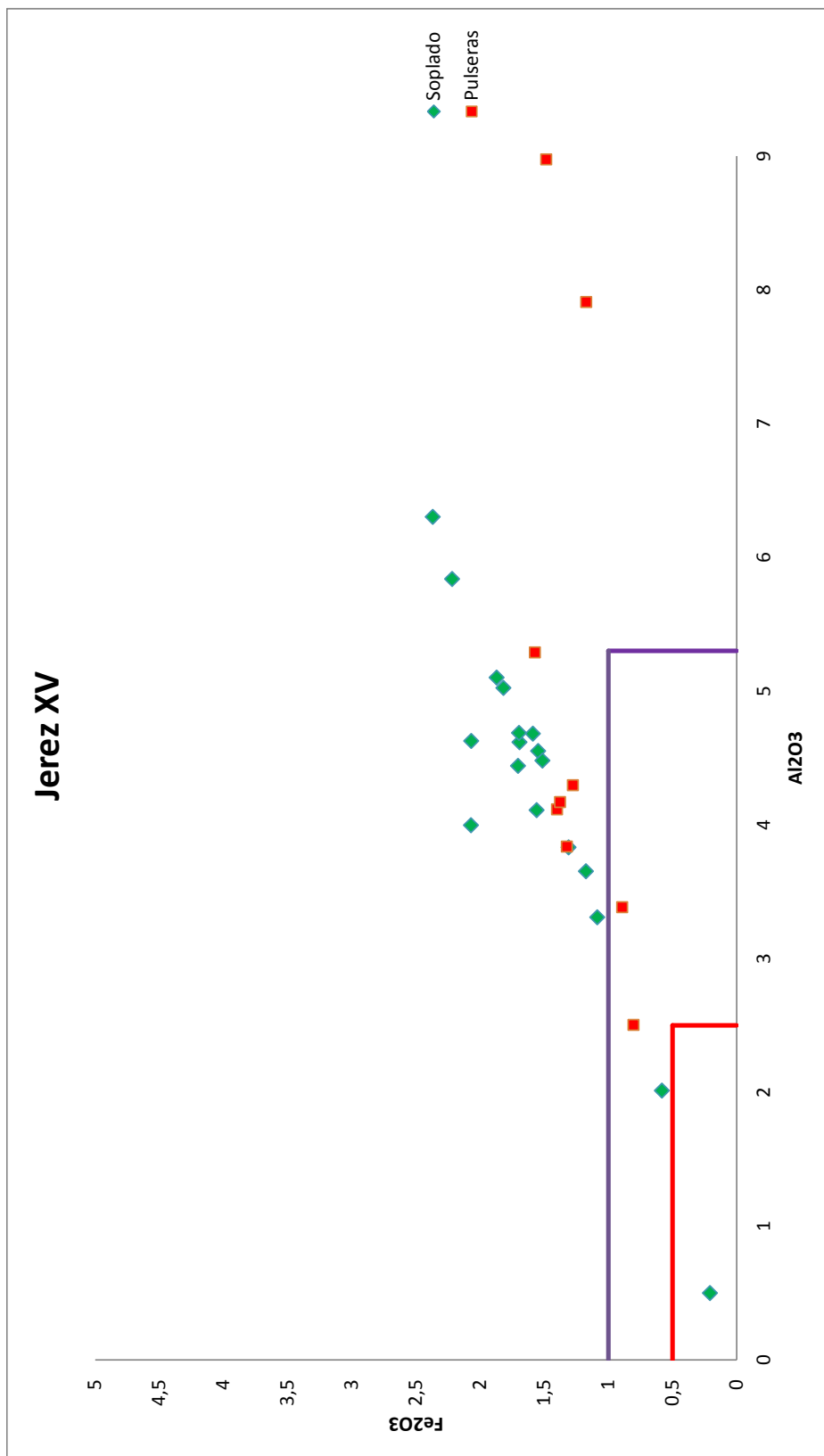


Figura 6.55. Relación  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$  de los vidrios producidos con fundentes de origen vegetal, procedentes de Jerez de la Frontera.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	790/807



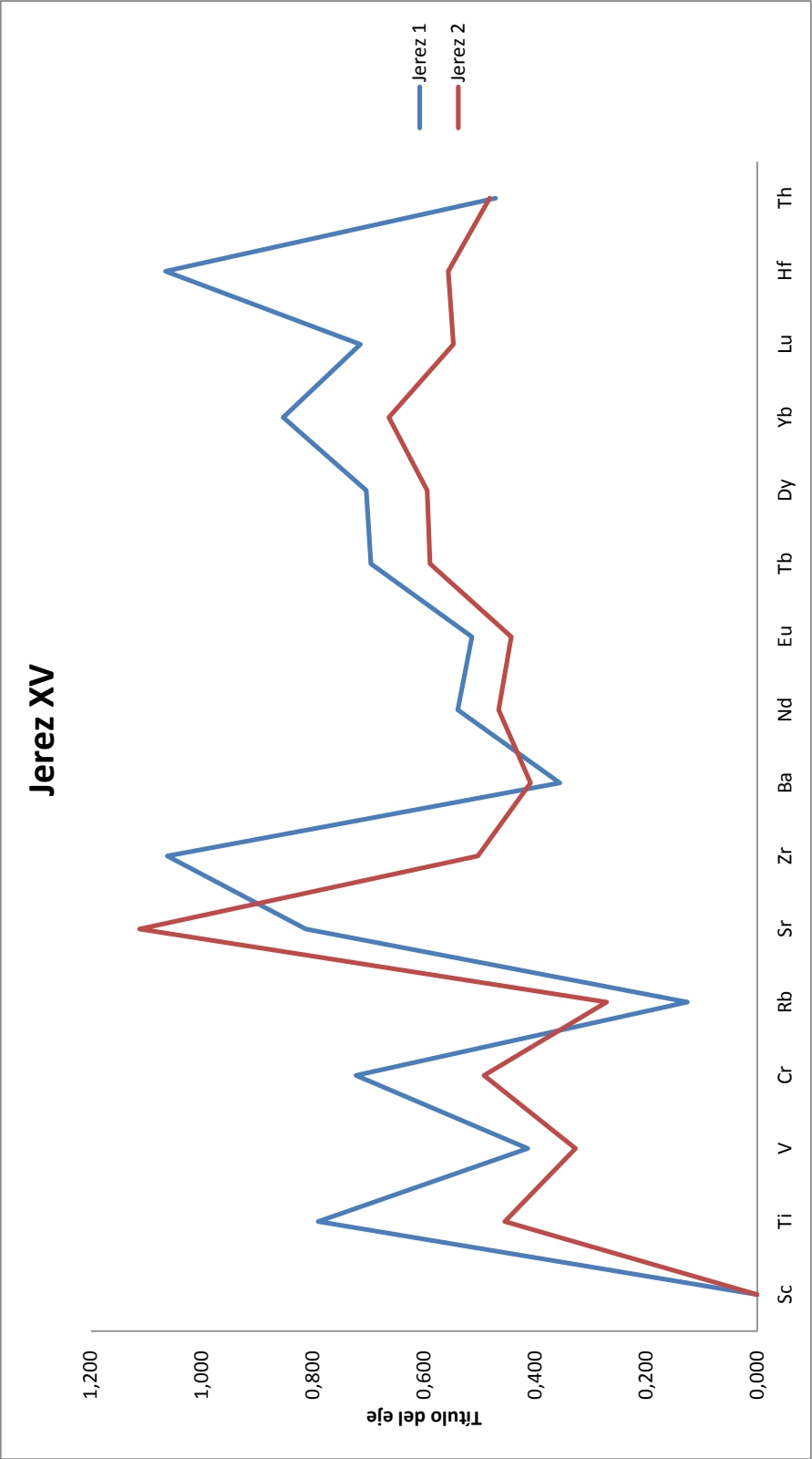


Figura 6.56. Promedio del contenido en elementos traza en los grupos preliminares Jerez 1 y Jerez 2, normalizadas al contenido medio de la corteza superior terrestre.



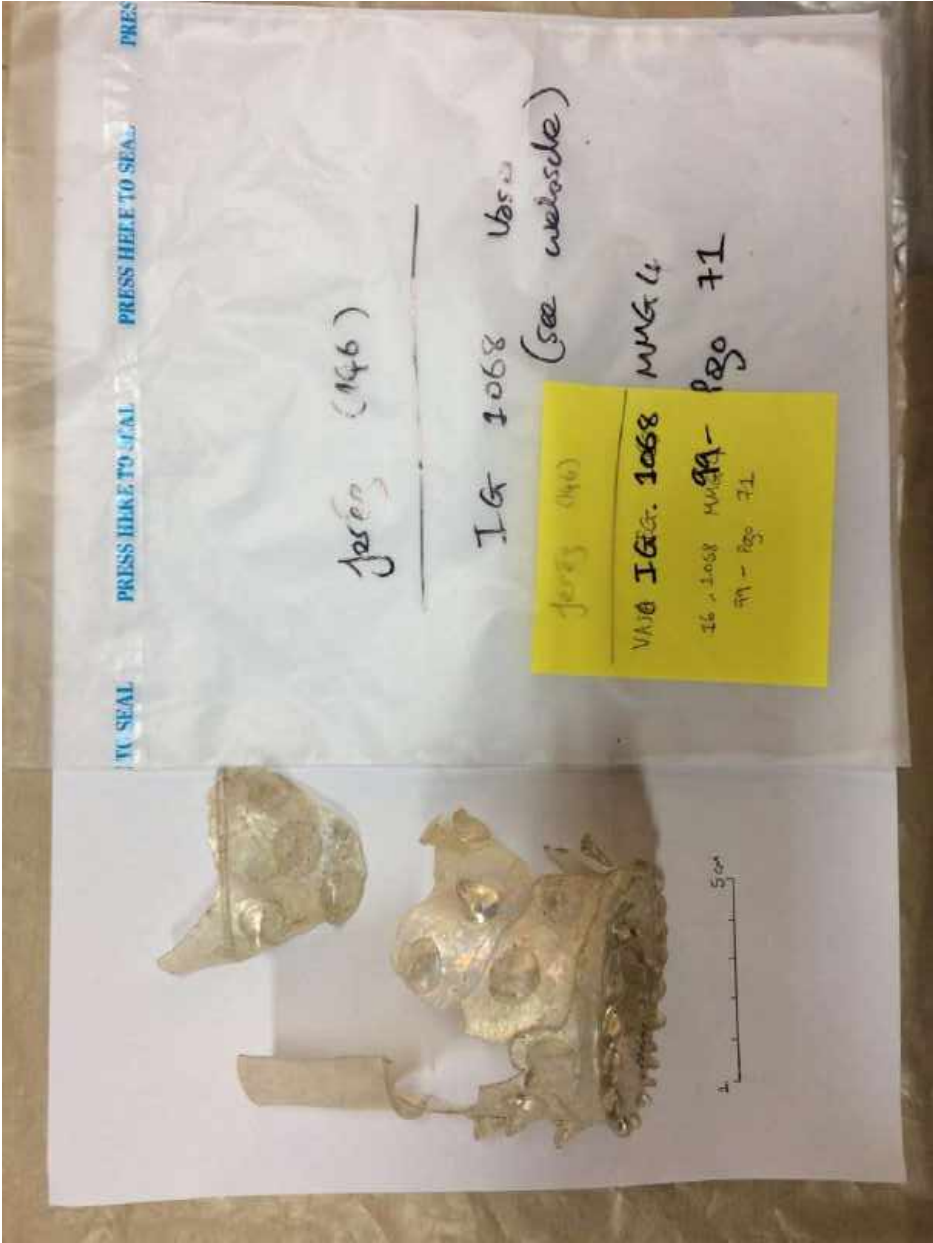


Figura 6.57. Recipiente del que se extrajo la muestra JER-146.



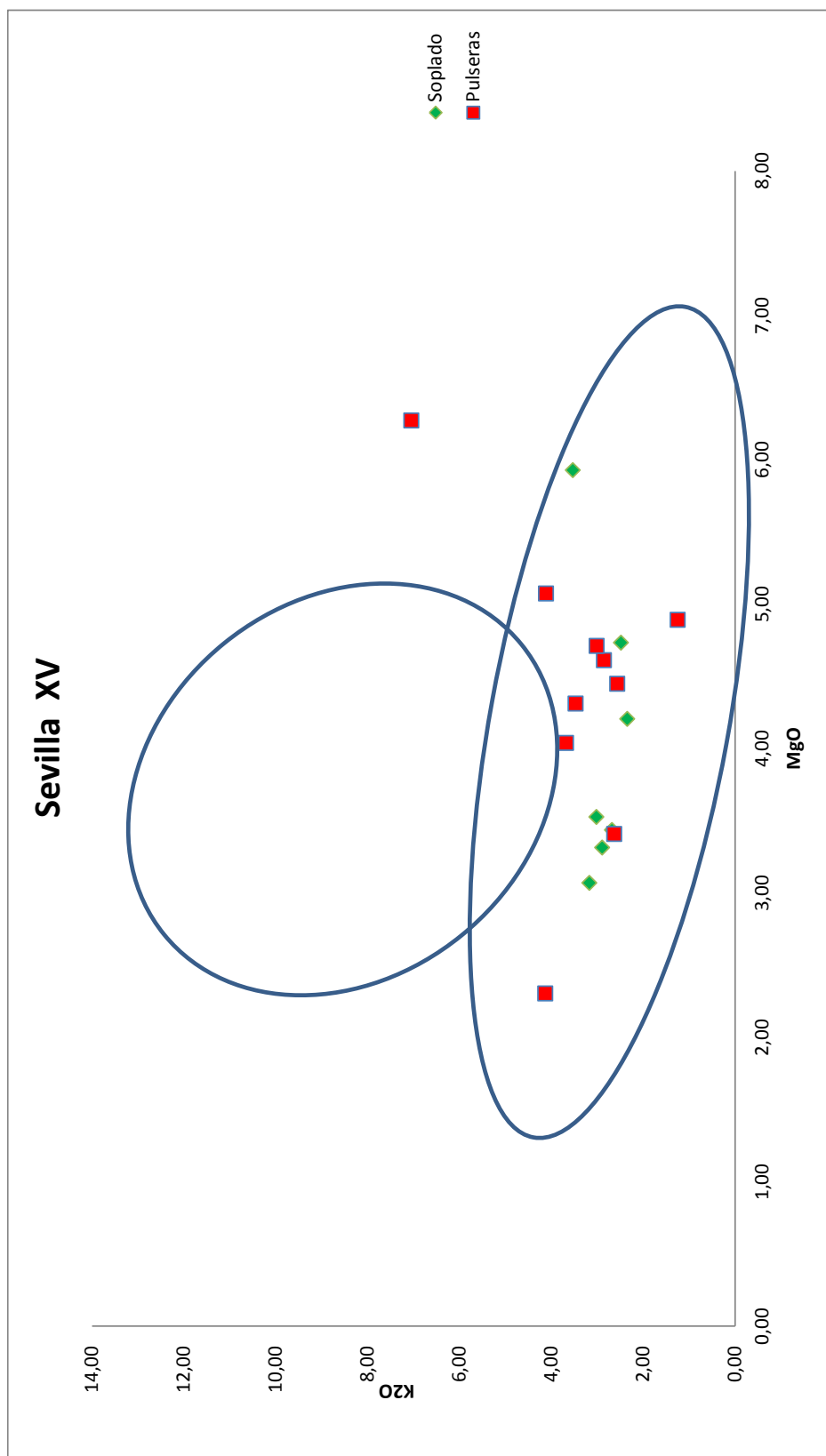


Figura 6.58. Comparación de la relación  $MgO-K_2O$  en los vidrios procedentes de Sevilla.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	793/807



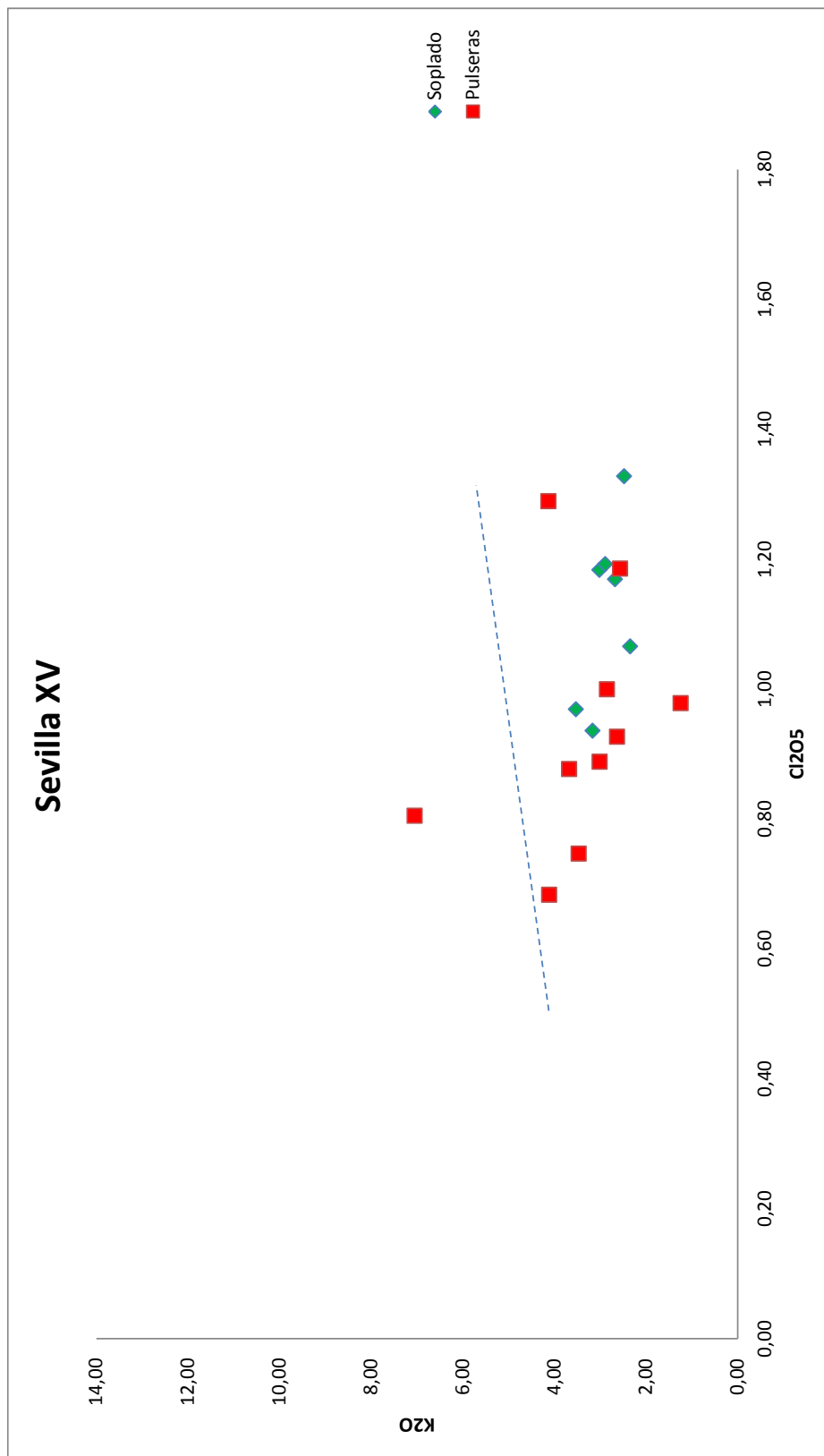


Figura 6.59. Comparación de la relación Cl-K<sub>2</sub>O en los vidrios procedentes de Sevilla.



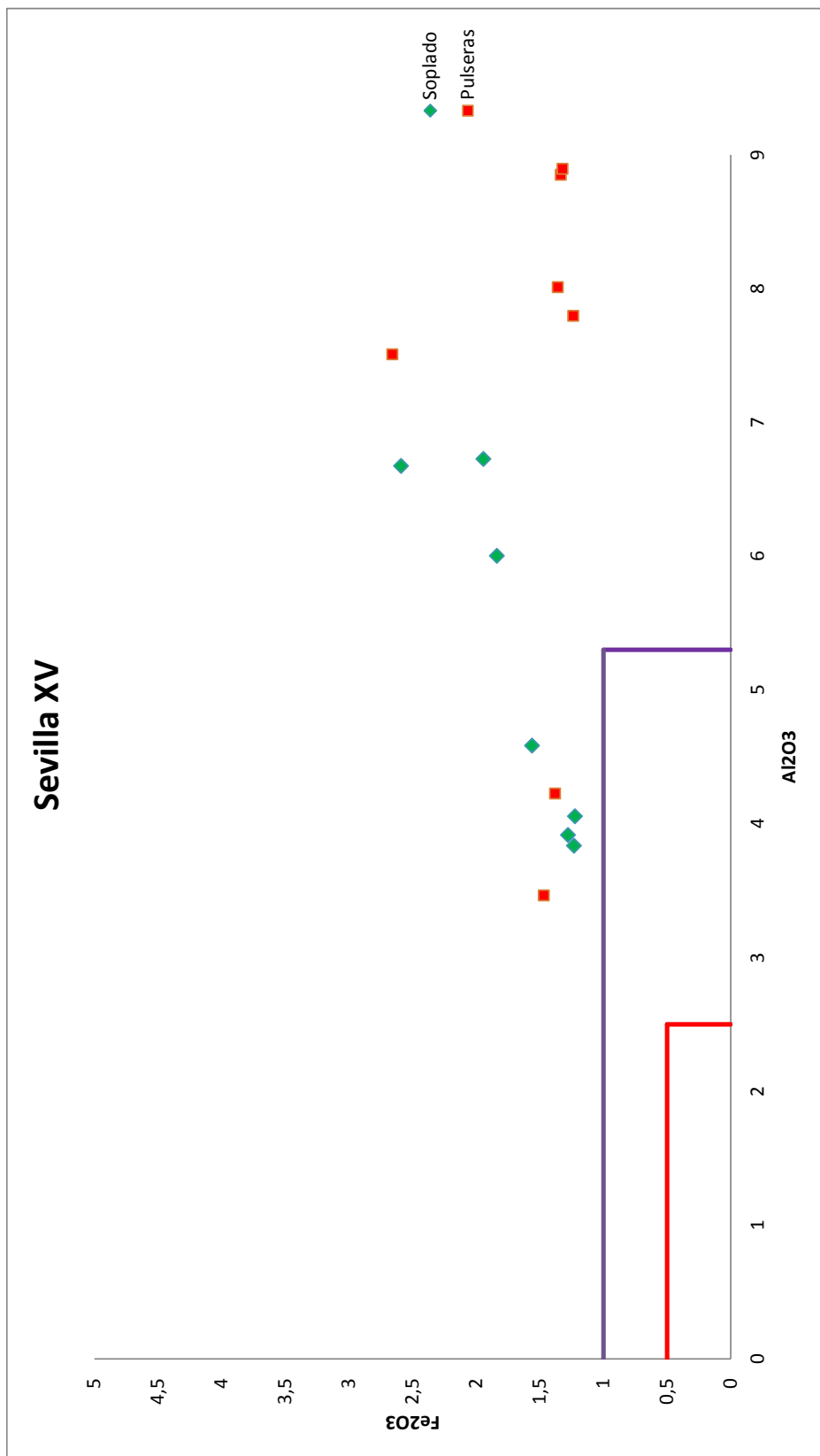


Figura 6.60. Relación  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$  de los vidrios producidos con fundentes de origen vegetal, procedentes de Sevilla.

Código Seguro de Verificación	VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM	Fecha	04/12/2020 09:45:03
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica		
Firmante	DAVID JUAN GOVANTES EDWARDS		
Url de verificación	<a href="http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM">http://sede.uco.es/verifirma/code/VIM7ZNKWIAR46QI5FTWNPSX4NM</a>	Página	795/807





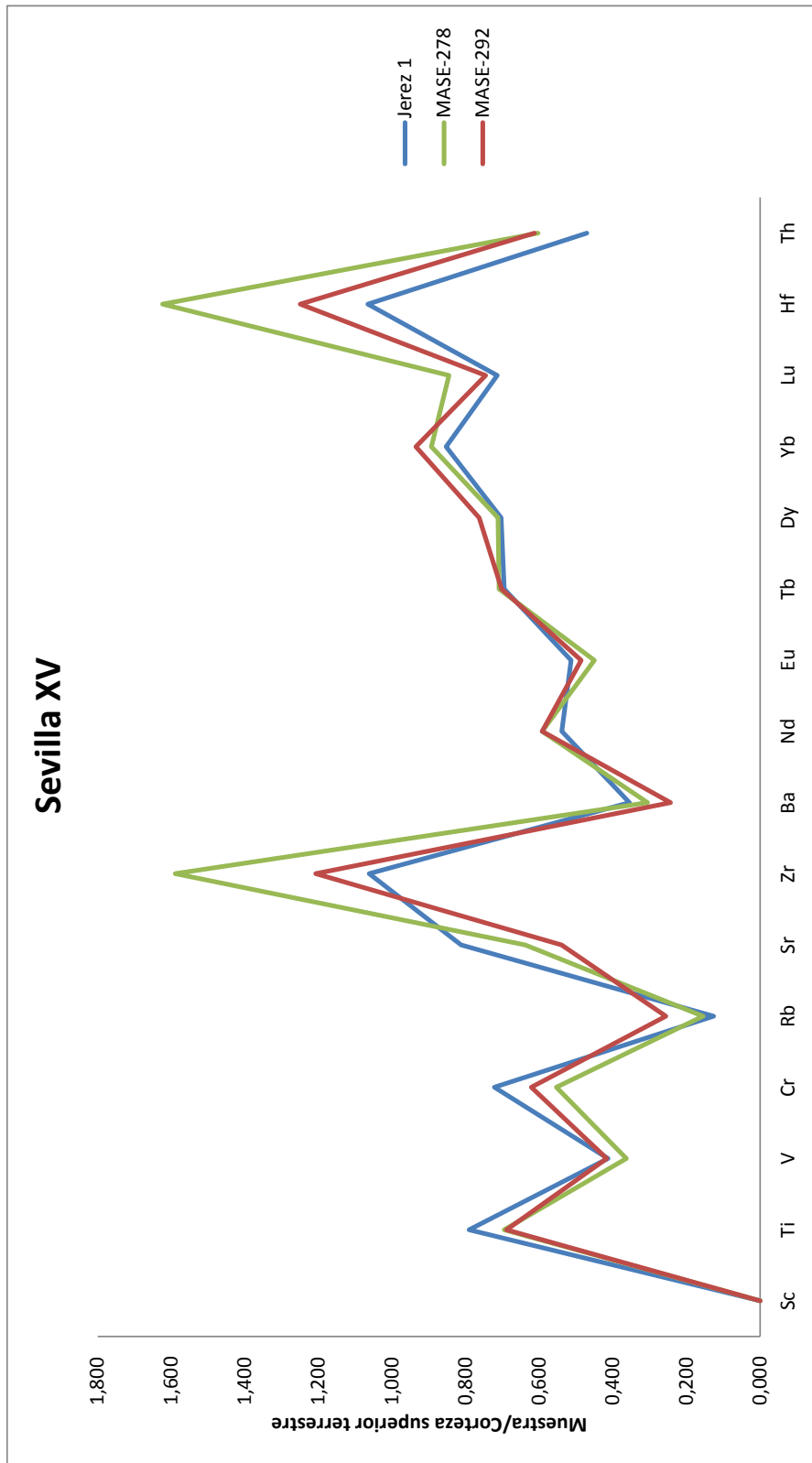


Figura 6.61. Comparación del perfil de elementos traza de la muestra MASE-278 con el promedio del grupo Jerez 1, normalizados al contenido medio de la corteza superior terrestre.



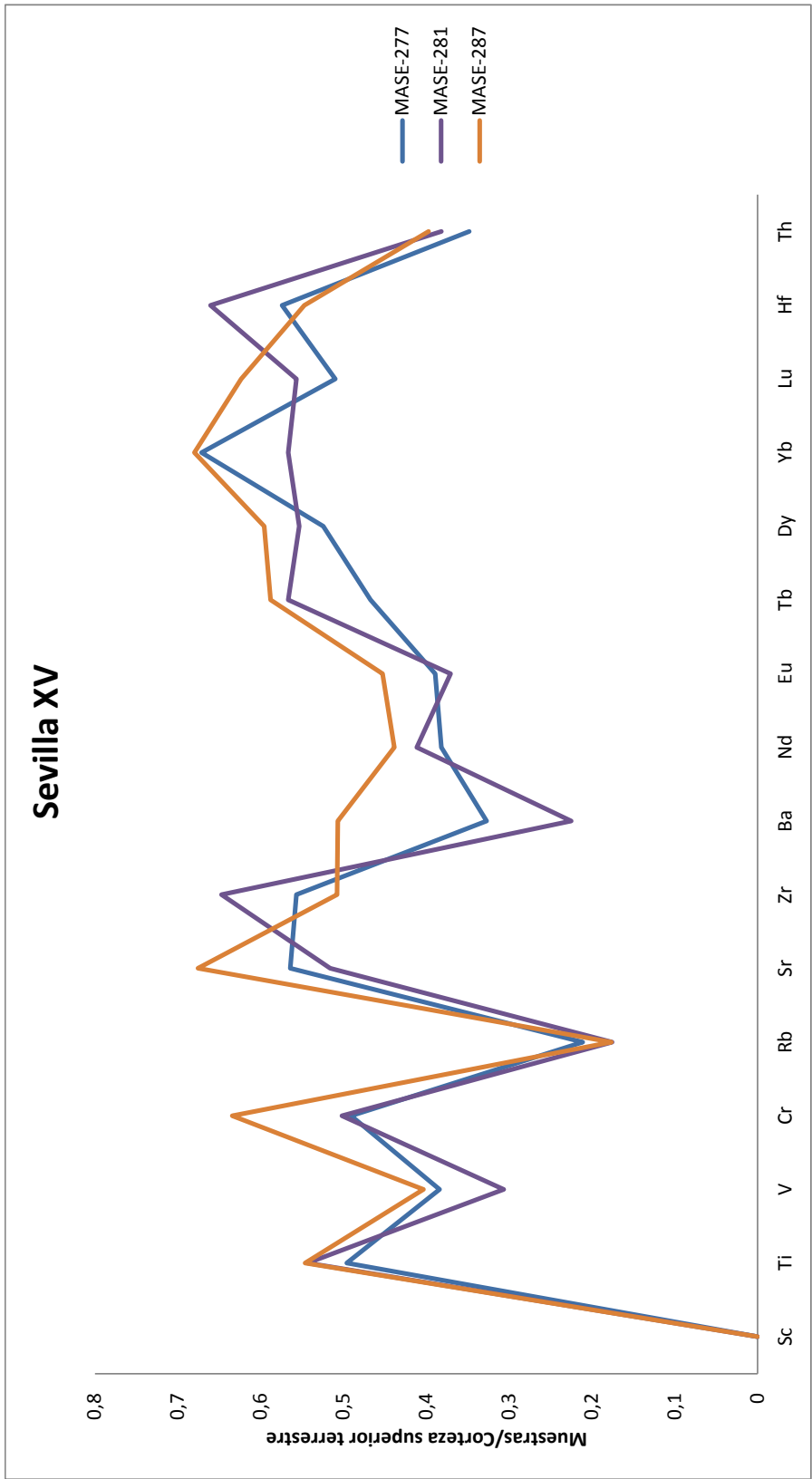


Figura 6.62. Promedio del contenido en elementos traza en las muestras MASE-277, MASE-281 y MASE-287, normalizadas al contenido medio de la corteza superior terrestre.



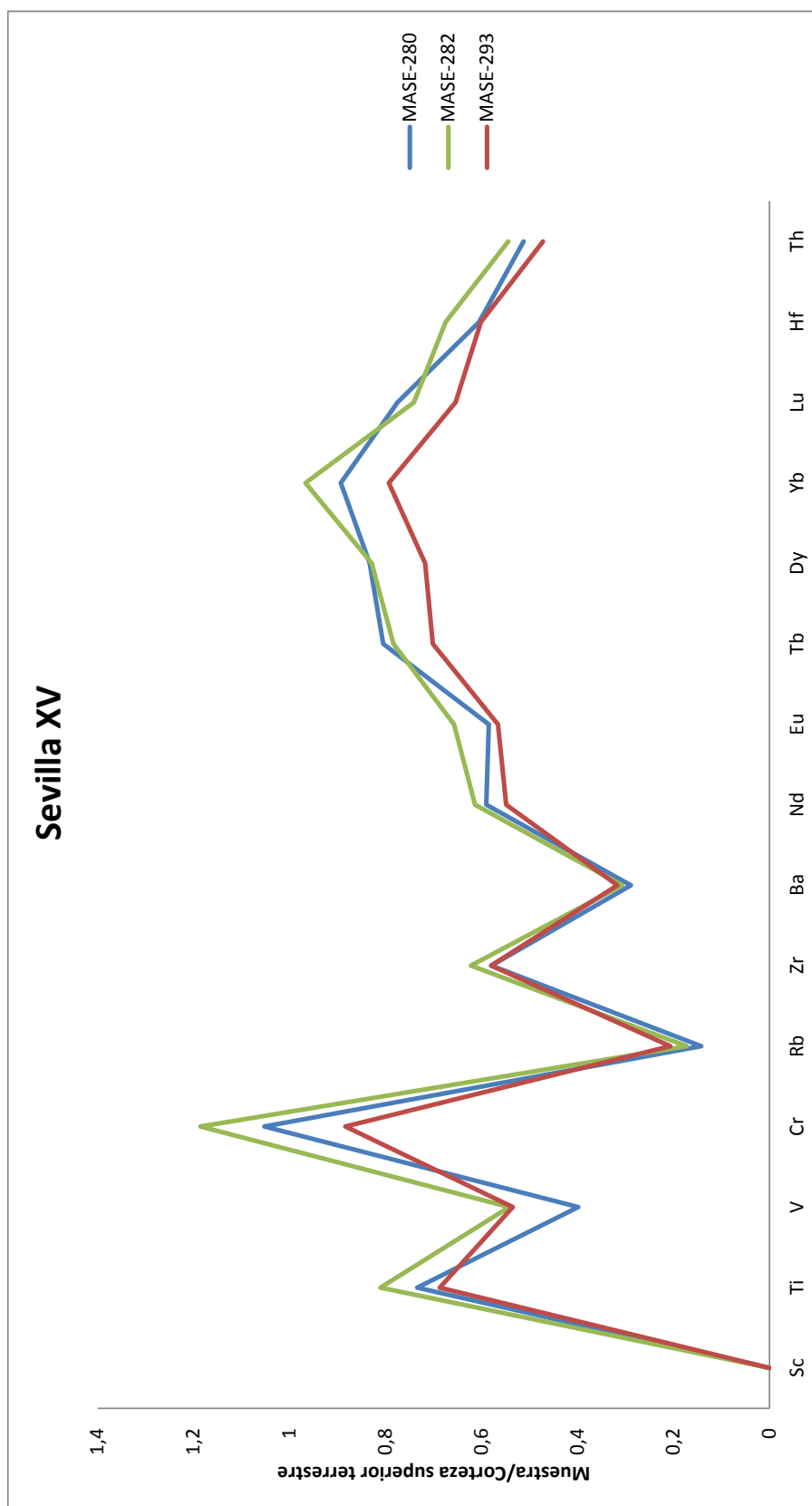


Figura 6.63. Promedio del contenido en elementos traza en las muestras MASE-280, MASE-282 y MASE-293, normalizadas al contenido medio de la corteza superior terrestre (en contraste con conjuntos anteriores, en este caso se han eliminado los valores de estroncio para facilitar la visualización).





Figura 6.64. Fragmento del que se extrajo la muestra MASE-296.



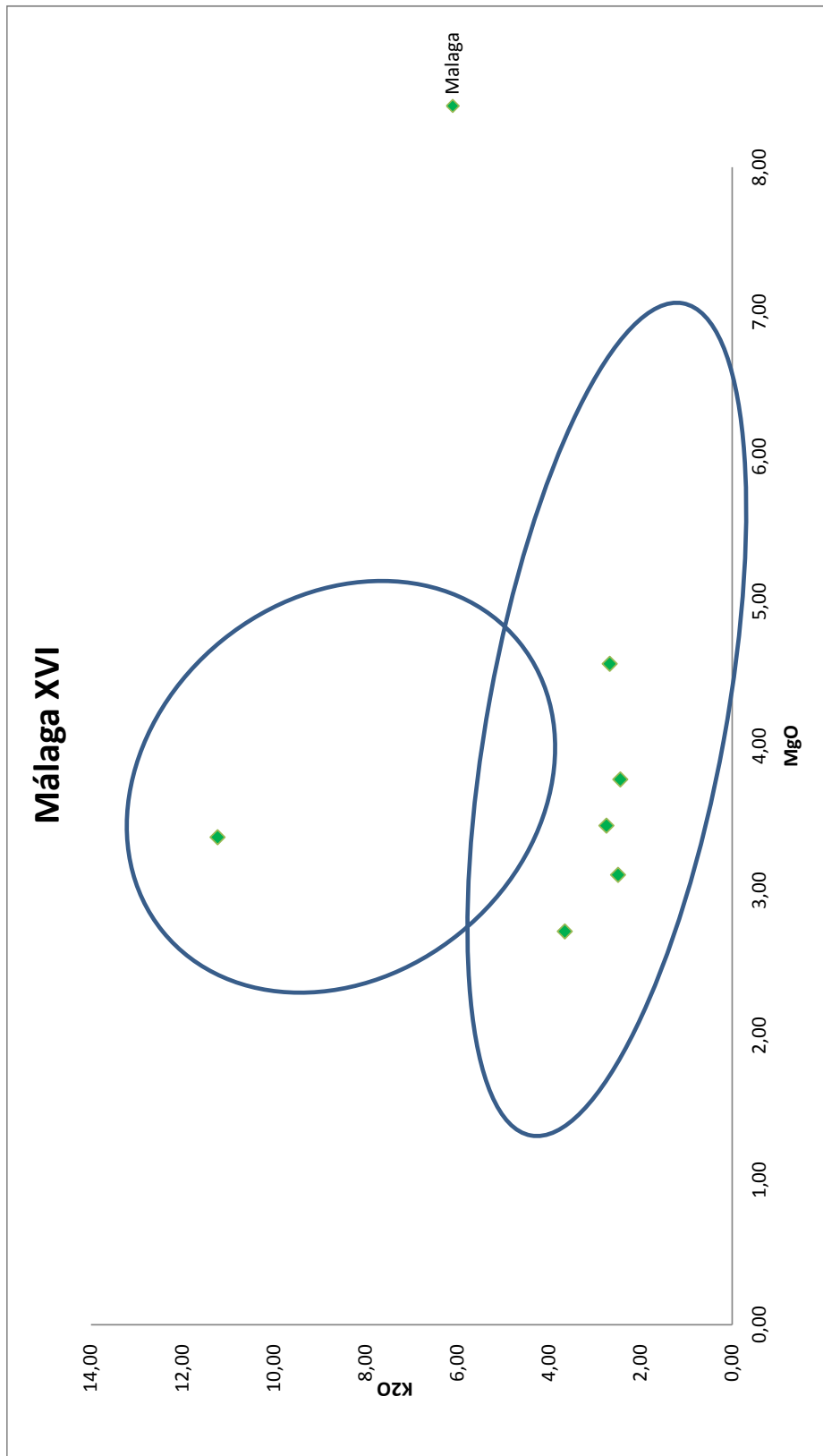


Figura 6.65. Comparación de la relación MgO-K<sub>2</sub>O en los vidrios procedentes de Málaga y fechados en el siglo XVI.



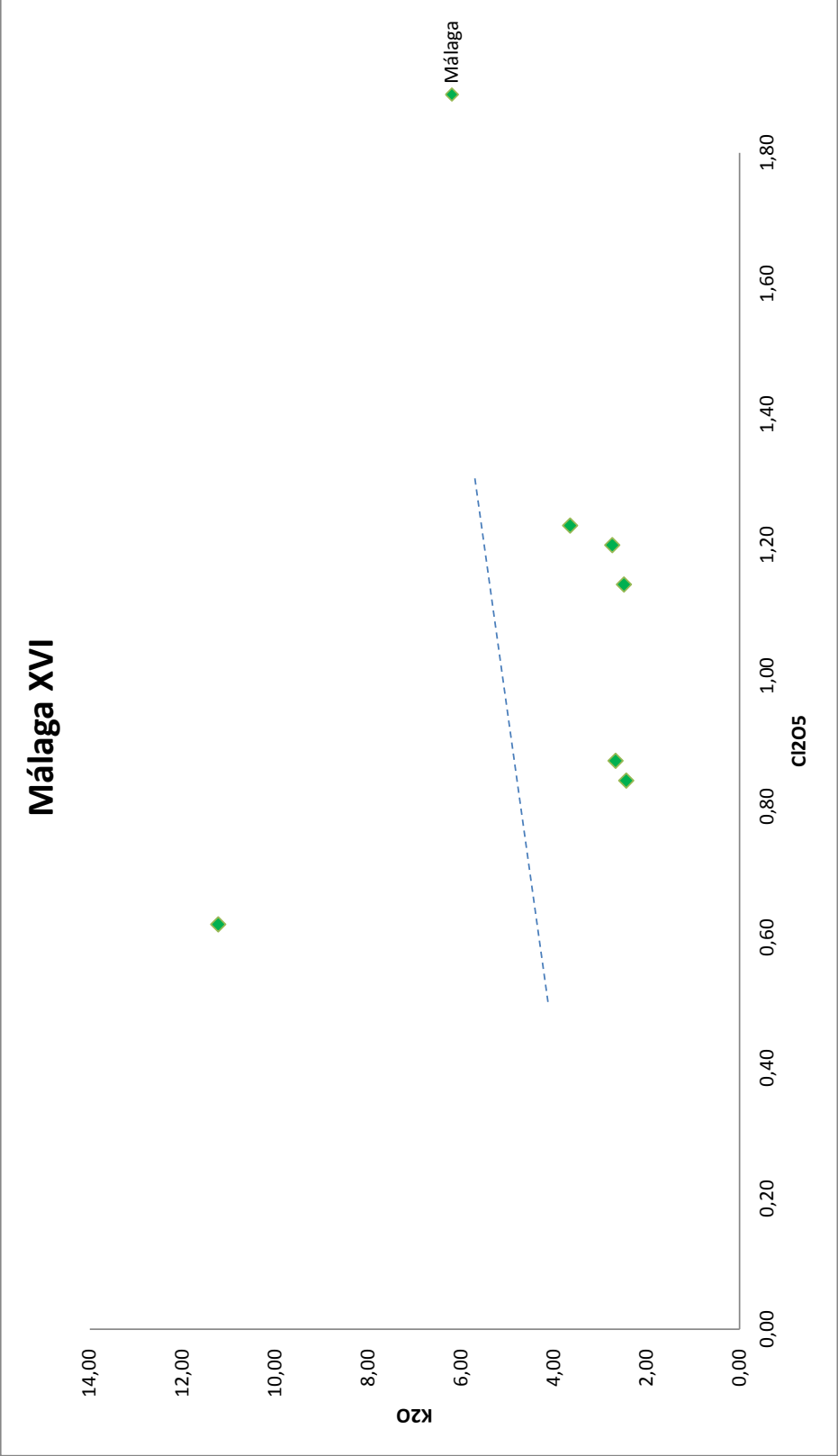


Figura 6.66. Comparación de la relación Cl-K<sub>2</sub>O en los vidrios procedentes de Málaga y fechados en el siglo XVI.



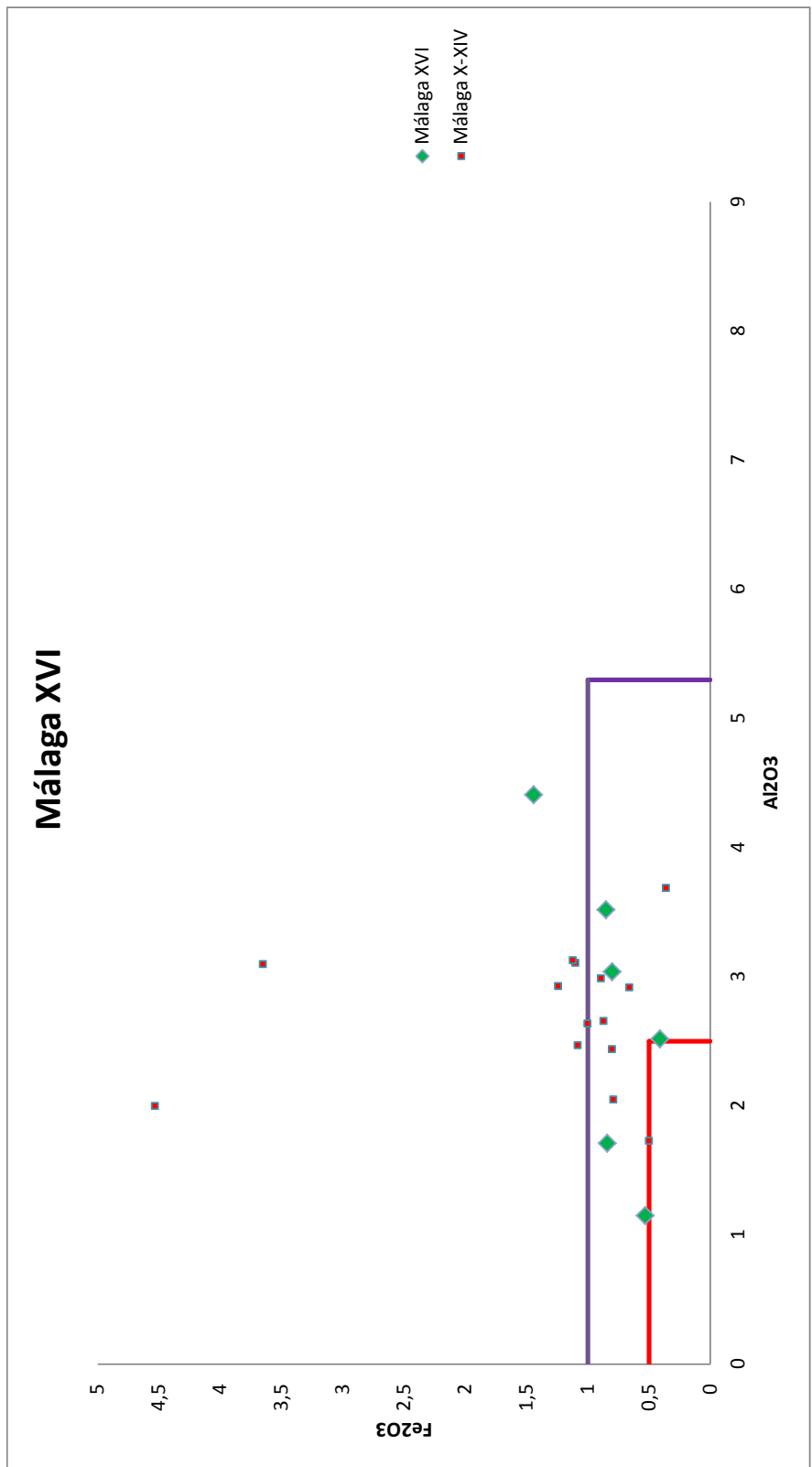


Figura 6.67. Relación  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$  de los vidrios producidos con fundentes de origen vegetal, procedentes de Málaga y fechados en el siglo XVI, comparadas con los resultados arrojados por otras muestras malagueñas analizadas con anterioridad.





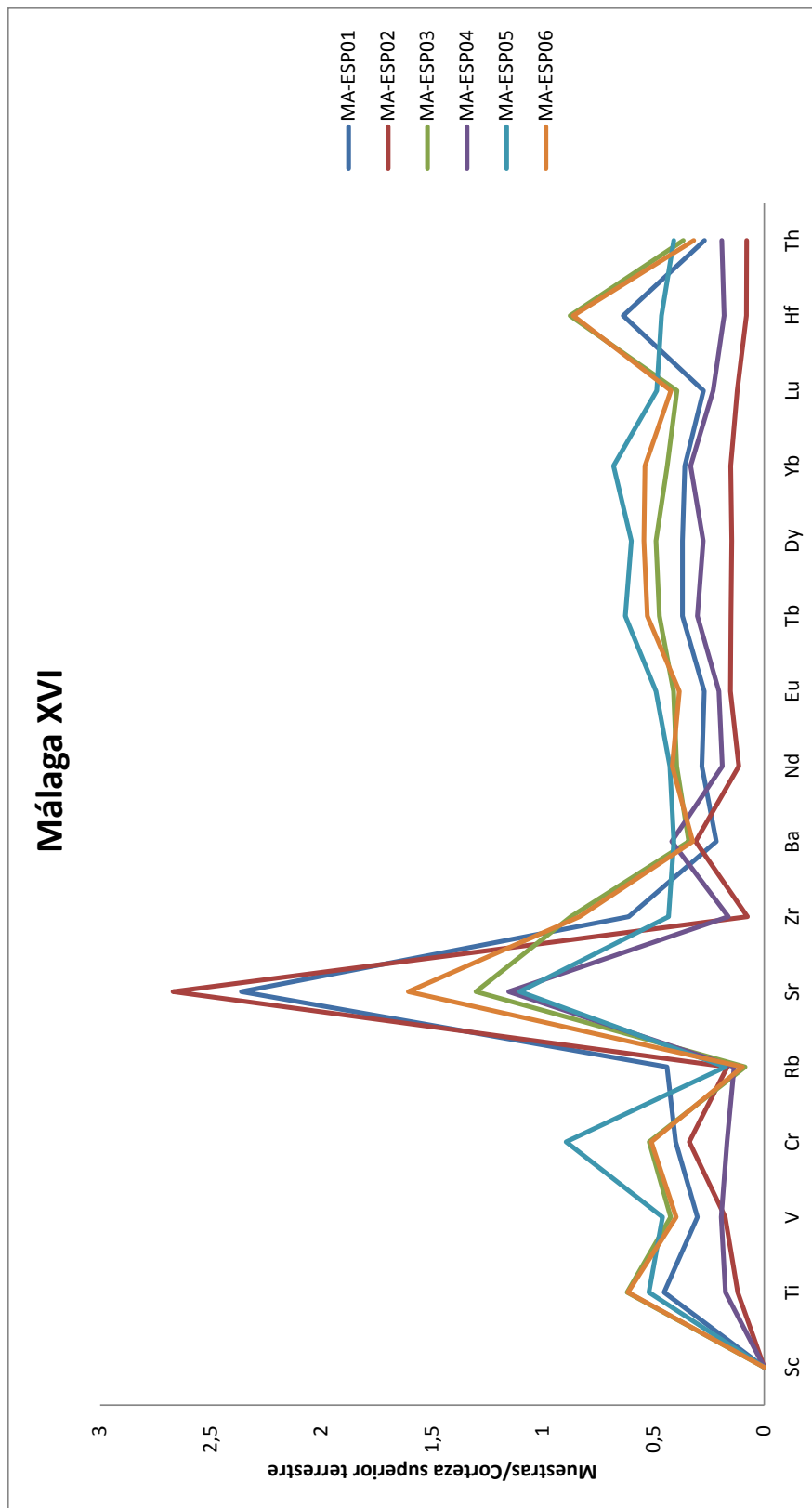
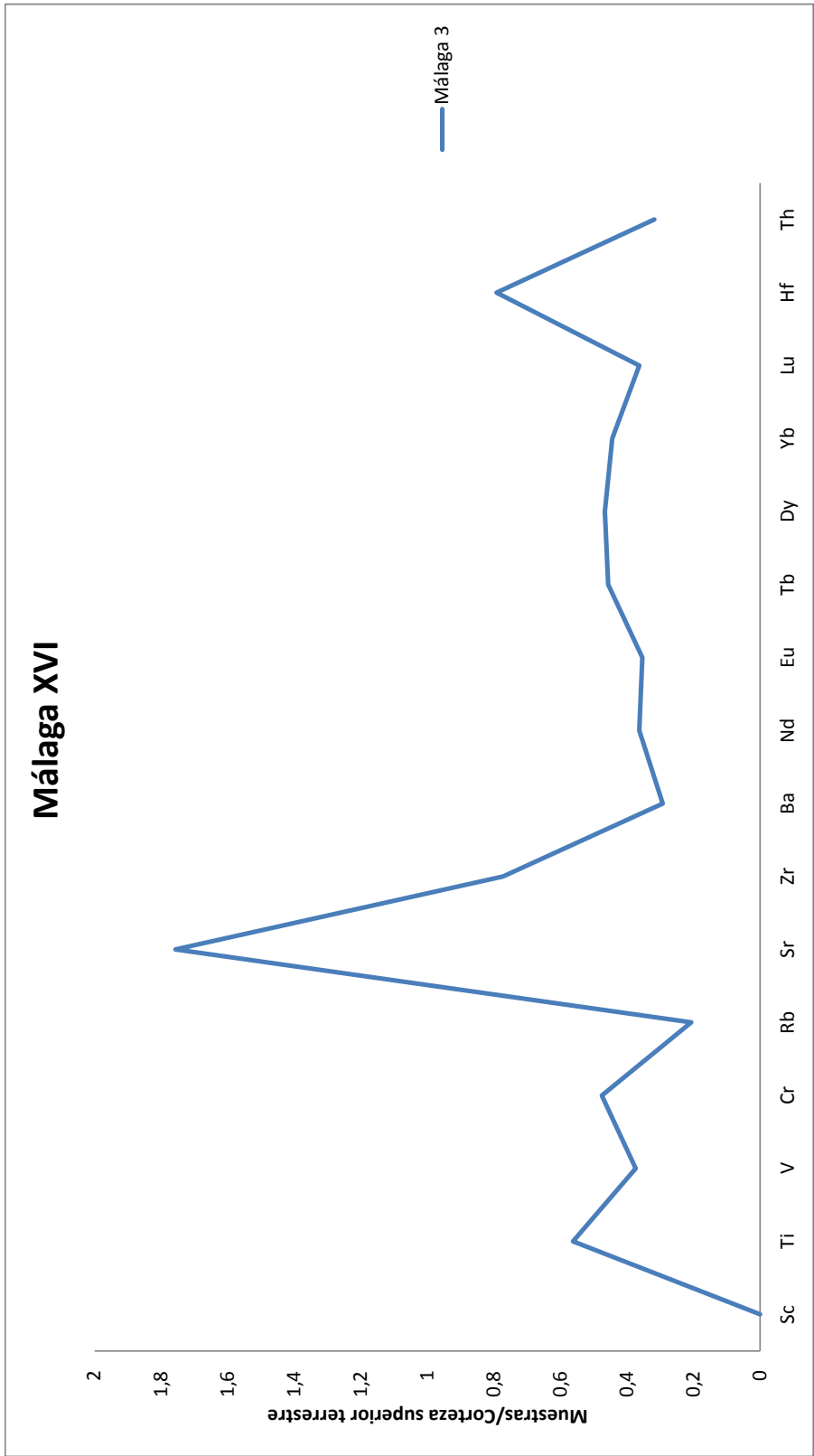


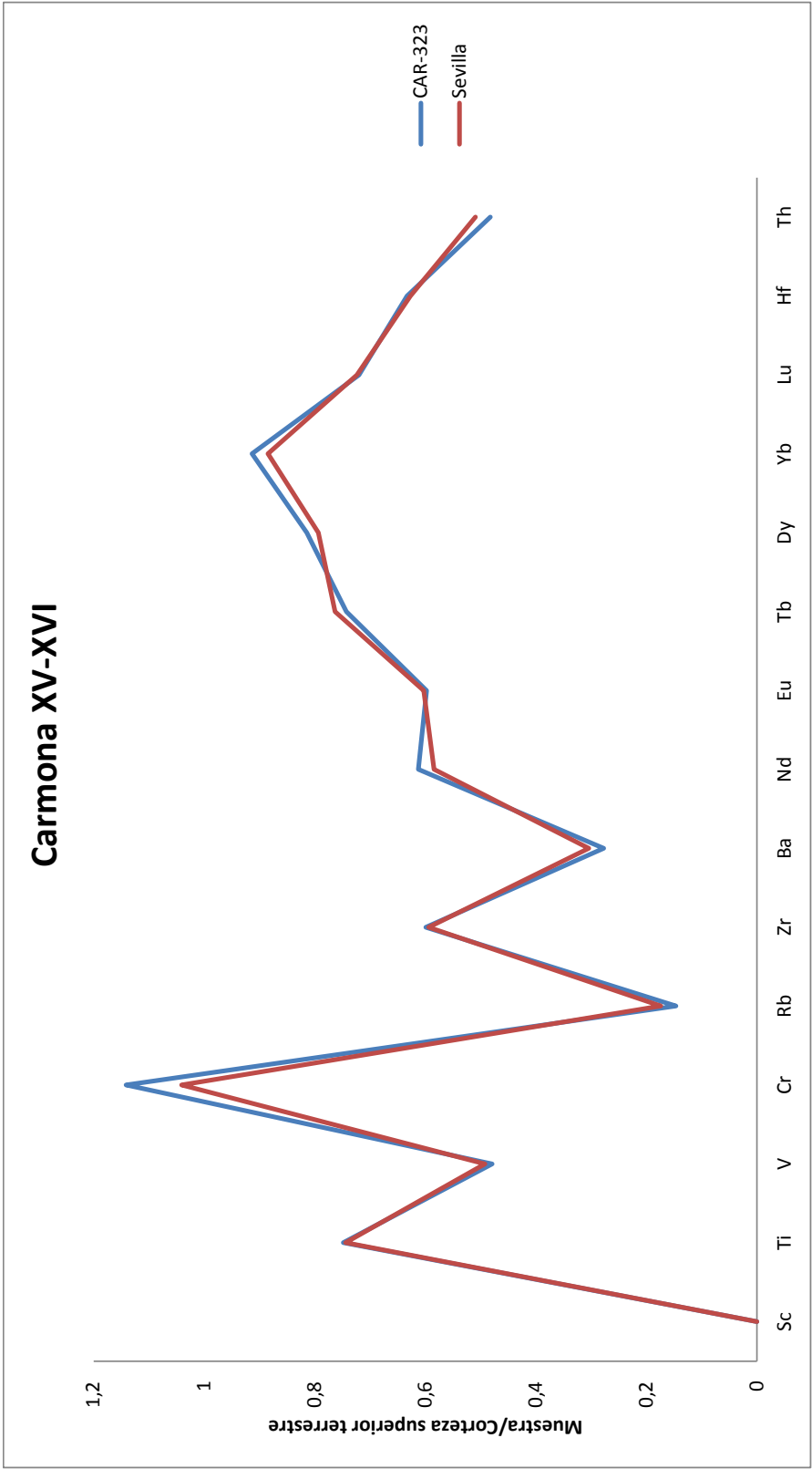
Figura 6.68. Promedio del contenido en elementos traza en las muestras procedentes de Málaga y fechadas en el siglo XVI, normalizadas al contenido de la corteza superior terrestre.





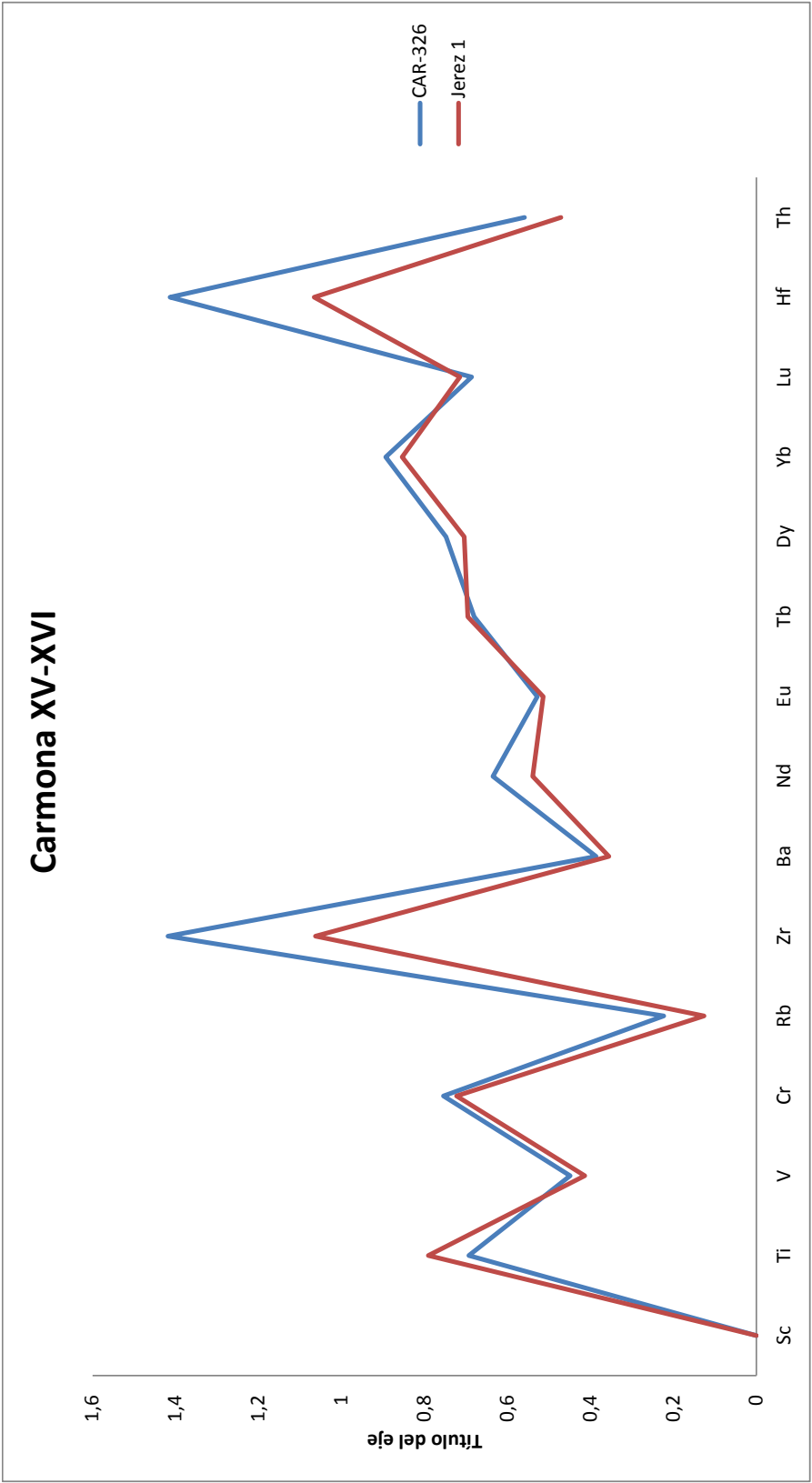
6.69. Promedio del contenido en elementos traza en las muestras MA-ESP01, MA-ESP03 y MA-ESP06, normalizadas al contenido de la corteza superior terrestre.





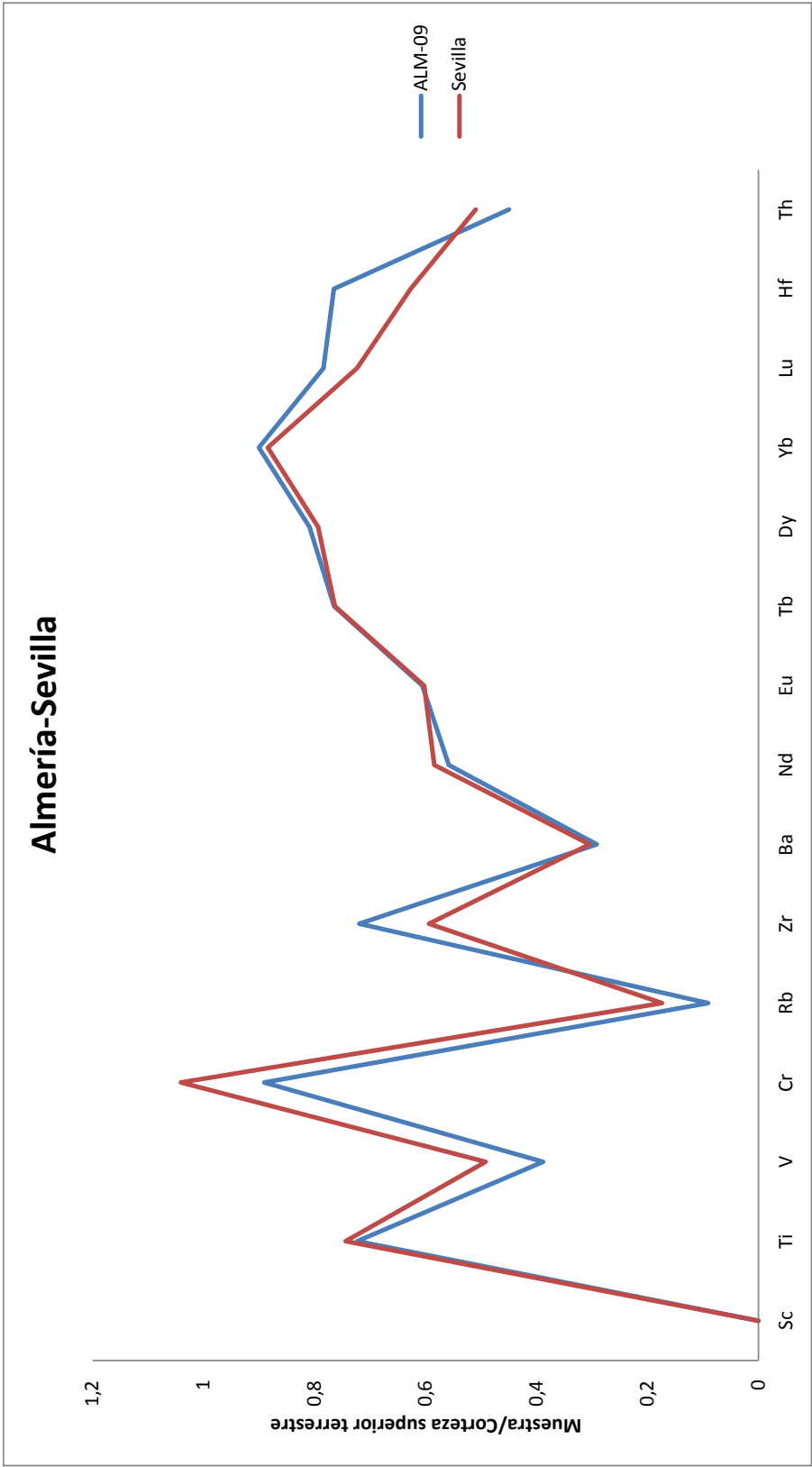
6.70. Comparación del perfil de elementos traza entre la muestra CAR-323 y el grupo preliminar Sevilla, normalizadas al contenido de la corteza superior terrestre.





6.71. Comparación del perfil de elementos traza entre la muestra CAR-323 y el grupo preliminar Jerez 1, normalizadas al contenido de la corteza superior terrestre.





6.72. Comparación del perfil de elementos traza entre la muestra ALM-09 y el grupo preliminar Sevilla, normalizadas al contenido de la corteza superior terrestre.

